ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1921.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES LEMOINE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès de M. **Gaillot**, Correspondant pour la Section d'Astronomie, survenu à Chartres le 4 juin 1921, et donne lecture de la Notice suivante, rédigée par M. **B. Baillaud** :

Gaillot (**Jean-Baptiste-Amiable**) débuta à l'Observatoire de Paris, le 1er janvier 1861, à l'âge 27 ans. Attaché au Bureau des Calculs, il y accomplit toute sa carrière. Astronome adjoint de première classe en 1868, il fut nommé titulaire en 1874. Sous-directeur en 1897, il se retira en 1903, ayant près de 70 ans. Il fut nommé en 1908 Correspondant de l'Académie.

Pendant son séjour à l'Observatoire il a surveillé et dirigé la publication d'un très grand nombre de volumes des *Annales de l'Observatoire* consacrés aux observations. Il a dressé le plan et poursuivi l'exécution du Catalogue d'étoiles de Paris, résultat de la réobservation des étoiles du Catalogue de Lalande, et a assuré la publication des 8 volumes qui renferment la première partie de cette grande œuvre.

En dehors de ces travaux du service régulier, il a collaboré avec Le Verrier dans ses recherches célèbres relatives aux planètes principales. Cette collaboration est affirmée par Le Verrier lui-même dans les *Comptes rendus* du 21 décembre 1874, lors de la présentation de la théorie de Neptune. Pendant la longue maladie de son illustre directeur, Gaillot construisit les Tables d'Uranus et de Neptune. Après la mort de Le Verrier, Gaillot révisa entièrement les théories d'Uranus et de Jupiter. Ces dernières furent terminées le 30 juin 1913, dix ans après l'admission de Gaillot à la retraite.

En 1902 l'Académie lui avait décerné le prix Damoiseau; elle le lui accorda une seconde fois en 1914; en 1907 il avait eu le prix Pontécoulant. En 1914 il fut nommé, sur la proposition de la grande chancellerie, officier de la Légion d'honneur.

D'une modestie extrême, son premier mouvement avait été de refuser le titre de Correspondant de l'Académie; et plus tard sa promotion au titre d'officier de la Légion d'honneur faillit être empêchée parce qu'il ne voulut pas consentir à écrire une demande à cet égard. Une lettre de M[me] Le Verrier écrite en 1877 à Gaillot, peu après la mort de son mari, contient le témoignage le plus éloquent de la haute estime et de la reconnaissance que Le Verrier et les siens avaient pour lui. Cette lettre sera publiée prochainement. Elle est reproduite dans le rapport de M. Baillaud sur le prix Damoiseau en 1914.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur le calcul de l'intensité des rayons X diffractés par les cristaux. Rectification.* Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai montré [1] comment la considération d'un train d'ondes régulier moyen dont la longueur est petite par rapport à l'épaisseur intéressée et par rapport à la largeur du faisceau permet de prévoir très simplement les lois observées par W.-H. et W.-L. Bragg dans les intensités des rayons X diffractés par les cristaux.

Une erreur est à rectifier dans l'application que j'ai faite de ce principe au cas des radiogrammes de Laue. La formule indiquée est inexacte et doit être remplacée par la suivante, les notations restant les mêmes :

$$I = \frac{\omega s E^2 e}{\nu^2 \rho \cos\theta} e^{-kEd}(F).$$

De ce fait, les considérations relatives à l'existence d'un maximum de I en fonction de θ tombent d'elles-mêmes, ainsi que la possibilité de tirer de l'observation de ce maximum la connaissance de s.

Par contre, on voit que si l'on fait varier l'épaisseur E de la lame cristalline, l'intensité d'une tache variera comme la fonction $E^2 e^{-kdE}$, et présentera par suite un maximum pour

$$E = \frac{2}{kd}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. **169**, 1919, p. 1147.

On peut ainsi, soit calculer d'avance l'optimum d'épaisseur de la lame cristalline pour une région du spectre dont le coefficient d'absorption k est connu dans le cristal considéré, soit aussi trouver là un moyen de mesurer k par l'observation de cet optimum.

Je rappelle que k est le coefficient d'absorption massique défini par $i = i_0 e^{-km}$, m étant la masse absorbante traversée par le rayon d'intensité initiale i_0 et de section 1^{cm^2}.

L'expression que j'ai donnée de l'intensité dans la méthode Bragg est à rectifier également, mais ici cela est de peu d'importance. La valeur correcte est

$$I = \frac{\omega^2 s \lambda}{4kd\nu^2} \frac{1}{\sin^2\theta} (F).$$

De ce côté, toutes les conclusions subsistent.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Travail** invite l'Académie à lui désigner un de ses Membres qui occupera, dans la *Commission supérieure des Maladies d'origine professionnelle*, la place laissée libre par la démission de M. *A. Laveran*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *The scientific papers of the Honourable* Henry Cavendish *F. R. S.* Volume I : *The electrical researches*. Volume II : *Chemical and dynamical*.

2° Graham Lusk. *Some influences of french science on medicin*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation intégrale dans le domaine complexe.* Note de M. S. **Pincherle**.

Dans une Note fort intéressante (*Comptes rendus*, 21 février 1921), M. R. Wavre considère une équation intégrale dans le domaine complexe, et met en relation la solution de cette équation, du type de Fredholm, avec celle d'un système linéaire d'équations à une infinité d'inconnues. J'ai

exprimé la même idée, il y a quelques années, dans une Note publiée dans les *Rendiconti dell' Accademia delle Scienze di Bologna* [1], et il n'est peut-être pas inutile de rapprocher quelques résultats qui se trouvent dans cette Note de celui de M. Wavre.

Je désigne par (ρ) une circonférence ayant son centre à l'origine et ρ comme rayon; par $S_{(\rho)}$ l'ensemble fonctionnel des séries de puissances entières positives de la variable complexe x, convergentes dans le cercle (ρ), circonférence comprise. Soit un noyau de la forme

$$(1) \qquad \alpha(x, y) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{a_{n+\nu,n} x^{n+\nu}}{y^{n+1}},$$

où les coefficients $a_{n,n}$ sont différents de zéro; supposons que le second membre de (1) soit convergent pour

$$|x| < r, \qquad |y| > \frac{r_1}{r}|x|, \qquad 0 < r_1 < r;$$

si ρ est plus petit que r_1 et si $f(y)$ est un élément de $S_{(\rho)}$, l'expression

$$(2) \qquad \frac{1}{2\pi i} \int_{(\rho)} \alpha(x, y) f(y)\, dy = A(f)$$

est une opération fonctionnelle dont le résultat est aussi un élément de $S_{(\rho)}$. Les opérations itérées $A^2(f)$, $A^3(f)$, ... donnent des éléments du même ensemble, et la série

$$(3) \qquad R(f) = \sum_{1}^{\infty} k^{n-1} A^n(f),$$

convergente dans un domaine de $k = 0$ qu'il est facile de préciser, est la résolvante de Fredholm de l'opération A. On peut la mettre sous la forme de rapport de deux fonctions entières de k, dont les coefficients sont des déterminants analogues à ceux qui figurent dans les formules de Fredholm, mais formés de la façon la plus simple avec les coefficients $a_{n,n+\nu}$. Les nombres caractéristiques ne sont autres que $\frac{1}{a_{1,1}}, \frac{1}{a_{2,2}}, \ldots, \frac{1}{a_{n,n}}, \ldots$; quant aux fonctions caractéristiques $\omega_m(x)$, ce sont des séries de puissances de $S_{(\rho)}$:

$$\omega_m(x) = c_{m,0} + c_{m,1} x + c_{m,2} x^2 + \ldots,$$

---

[1] Sessione del 9 aprile 1916.

dont les coefficients sont déterminés par le système

$$(4)\quad \begin{cases} c_{m,0}(1-ka_{0,0})=0, \\ c_{m,1}(1-ka_{1,1})-kc_{m,0}a_{1,0}=0, \\ c_{m,2}(1-ka_{2,2})-kc_{m,1}a_{2,1}-kc_{m,0}a_{2,0}=0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

avec $c_{m,m}=1$, $c_{m,0}=c_{m,1}=\ldots=c_{m,m-1}=0$.

L'équation non homogène

$$(5)\qquad \varphi-k\mathrm{A}(\varphi)=f,$$

pour k différent des nombres caractéristiques $\frac{1}{a_{n,n}}$, et $f(x)$ élément de $\mathrm{S}_{(\rho)}$, a une solution unique en $\mathrm{S}_{(\rho)}$, c'est la solution régulière de M. Wavre. L'équation homogène

$$(6)\qquad \varphi-k\mathrm{A}(\varphi)=0$$

a, pour $k=\frac{1}{a_{n,n}}$, $\varphi=\omega_n(x)$ comme solution.

Dans le cas particulier où le noyau a la forme $\frac{1}{y-\lambda(x)}$, $\lambda(x)$ étant un élément de $\mathrm{S}_{(\rho)}$, $\omega_1(x)$ n'est autre que la fonction bien connue de M. Kœnigs, solution de l'équation de Schrœder à laquelle se ramène l'équation (6) dans ce cas particulier.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces applicables et l'équation de Laplace*. Note ([1]) de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. G. Kœnigs.

1. On sait, qu'étant donné un réseau conjugué C sur une surface S, il n'existe en général aucune surface S′ applicable sur S avec cette particularité que C se transforme sur S′ en un réseau C′ également conjugué ; on doit intégrer une équation aux différentielles totales et l'on trouve trois cas : impossibilité, ou possibilité avec *une* surface S′ et *une seule*, ou possibilité avec une *infinité* de surfaces S′ à un paramètre se déformant d'une façon continue à partir de S. Peterson appelle ce problème *déformation de* S *suivant la base* C. Réciproquement, M. Kœnigs a montré que deux surfaces applicables S et S′ étant connues et rapportées à leur réseau conjugué

([1]) Séance du 30 mai 1921.

commun, leurs coordonnées (x, y, z) et (x', y', z') satisfont à une même équation de Laplace admettant encore les solutions

$$x^2 + y^2 + z^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 \quad \text{et} \quad 1.$$

Reprenons la même surface S et le même réseau C; on peut trouver cette fois une infinité de surfaces S_1 correspondant à S par plans tangents parallèles avec cette particularité que C se transforme sur S_1 en un réseau C_1 également conjugué, les tangentes aux points homologues d'une courbe C et d'une courbe C_1 étant elles-mêmes parallèles : Peterson dit que S_1 est parallèle à S suivant la base C. Cela tient à ce que l'équation de Laplace relative à S et C étant

$$(\text{E}) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} + \text{A}(u, v)\frac{\partial \theta}{\partial u} + \text{B}(u, v)\frac{\partial \theta}{\partial v} = 0,$$

l'expression $\text{L}(u, v)\frac{\partial \theta}{\partial u}du + \text{M}(u, v)\frac{\partial \theta}{\partial v}dv$ est une différentielle totale exacte, quand θ est une solution *quelconque* de (E), si L, M vérifient le système

$$(1) \qquad \frac{\partial \text{L}}{\partial v} = \text{A}(\text{L} - \text{M}), \qquad \frac{\partial \text{M}}{\partial u} = \text{B}(\text{M} - \text{L}).$$

Le système (1) peut être remplacé par l'une ou l'autre des deux équations de Laplace, équivalentes entre elles :

$$(\text{E}') \qquad \frac{\partial^2 \text{L}}{\partial u\, \partial v} - \text{A}\frac{\partial \text{L}}{\partial u} - \left(\text{B} + \frac{1}{\text{A}}\frac{\partial \text{A}}{\partial u}\right)\frac{\partial \text{L}}{\partial v} = 0,$$

$$(\text{E}'') \qquad \frac{\partial^2 \text{M}}{\partial u\, \partial v} - \left(\text{A} + \frac{1}{\text{B}}\frac{\partial \text{B}}{\partial v}\right)\frac{\partial \text{M}}{\partial u} - \text{B}\frac{\partial \text{M}}{\partial v} = 0.$$

Il en résulte aussitôt que s'il existe zéro, une, ou une infinité de surfaces S' applicables sur S suivant la base C, il existera aussi zéro, une, ou une infinité de surfaces S'_1 applicables sur S_1 suivant cette base (u, v) et, de plus, parallèles suivant cette même base (u, v) à la surface S' correspondante.

2. Si ces propriétés sont déjà connues, leur rapprochement donne une méthode que je crois nouvelle pour découvrir systématiquement de nouveaux couples de deux surfaces applicables ou de nouvelles familles déformables à un paramètre. Nous partons d'une équation (E) donnée *a priori* : cherchons parmi les surfaces S correspondant à (E) celles qui sont déformables suivant cette base (u, v). Le choix de E pourra être guidé par le désir que soit (E), soit (E'), soit toutes deux puissent être intégrées par la méthode de Laplace ou toute autre méthode. Il faut bien remarquer que

l'intégration de (E′) est tout à fait distincte de celle de (E), bien que la donnée de (E) entraîne la connaissance de (E′).

3. L'équation (E) la plus simple est $\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}=0$. La méthode réussit et fournit une surface minima quelconque avec la famille de ses associées, ou bien une surface de translation engendrée par deux profils plans arbitraires situés dans deux plans rectangulaires, surface déformable à un paramètre, ou bien une surface de translation dont les deux profils générateurs admettent pour cônes directeurs de leurs tangentes deux cônes homofocaux du second degré, surface à laquelle correspond une surface déformée unique. J'ai signalé ces deux dernières solutions aux *Comptes rendus* et aux *Nouvelles Annales* en 1920.

4. L'équation $\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta}=\frac{A'}{A}\frac{\partial\theta}{\partial\beta}$, où A est une fonction quelconque de α, donne précisément pour S et S′ les surfaces que j'ai étudiées [1] à propos de mécanismes déformables ou transformables : elles correspondent aux formules

$$(S)\qquad x=Ab_1-\int a_1\,dA,\qquad y=Ab_2-\int a_2\,dA,\qquad z=Ab_3-\int a_3\,dA,$$

$$(S')\qquad x'=AB_1-\int A_1\,dA,\qquad y'=AB_2-\int A_2\,dA,\qquad z'=AB_3-\int A_3\,dA,$$

où $A, a_1, a_2, a_3, A_1, A_2, A_3$ sont certaines fonctions de α et $b_1, b_2, b_3, B_1, B_2, B_3$ certaines fonctions de β. Les surfaces S_1, S'_1, que je n'avais pas songé à déterminer et que j'indique aujourd'hui comme application intéressante de cette méthode, s'obtiennent en ajoutant à x, y, z, x', y', z' les quantités $c_1, c_2, c_3, C_1, C_2, C_3$, fonctions de β seulement obtenues par les quadratures

$$\frac{c'_1}{b'_1}=\frac{c'_2}{b'_2}=\frac{c'_3}{b'_3}=\frac{C'_1}{B'_1}=\frac{C'_2}{B'_2}=\frac{C'_3}{B'_3}=\lambda(\beta),$$

où λ est une fonction quelconque. Sur les trois mécanismes qui avaient été retenus, deux fournissent un seul couple à chaque fois : ces couples (S, S′), puis (S_1, S'_1) sont nouveaux. Le troisième mécanisme fournit les surfaces S que Peterson a signalées, susceptibles d'une déformation continue à un paramètre : la base (u, v) se compose d'une série de sections par des plans parallèles à xOy par exemple et d'une série de sections par les plans pivotant autour de Oz; les surfaces S_1, que la méthode de cette Note conduit à former en même temps, sont précisément celles que M. Goursat a étudiées

---

[1] *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 363 et 570.

en 1892 (*American Journal of Mathematics*), caractérisées par ce fait qu'au cours de la déformation les sections planes horizontales restent sections planes horizontales : les lignes conjuguées sont les sections planes par des plans tangents à un cylindre parallèle à Oz.

5. On remarquera que les surfaces signalées aux nos 3 et 4 comprennent comme cas particuliers ou dégénérescences presque tous les exemples connus jusqu'ici. Cela suffit pour justifier la méthode exposée qui permet non pas seulement de *constater*, mais d'*expliquer* pourquoi on obtient des surfaces applicables. Un choix judicieux de (E) permettra sans doute d'obtenir des types nouveaux.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des nombres algébriques idéaux.* Note de M. **Auric**.

Considérons une équation irréductible

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{n-1} x + a_n = 0$$

dont les coefficients a_i appartiennent à un corps algébrique A et soit ω_1 une racine de cette équation que nous adjoindrons à A pour obtenir le corps Ω_1.

Nous admettrons que A est un domaine holoïde complet, c'est-à-dire que tout élément de ce corps peut être décomposé en un produit de facteurs premiers, et cela d'une seule manière; si nous appelons $e_1, e_2, \ldots, e_n$ les unités fondamentales de A (e_1 étant une racine ordinaire de l'unité) et $p_1, p_2, p_3, \ldots$ les facteurs premiers de ce corps, une unité quelconque e de A s'écrira

$$e = e_1^{h_1} e_2^{h_2} \ldots e_m^{h_m}$$

et un élément a sera de la forme

$$a = e p_1^{k_1} p_2^{k_2} p_3^{k_3} \ldots.$$

Dans le domaine des entiers réels $e_1 = -1$ et les p_i sont les nombres premiers successifs réels : dans le domaine des entiers complexes

$$e_1 = \pm\sqrt{-1}$$

et les p_i sont les nombres premiers complexes.

En considérant l'ensemble des racines conjuguées $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ et les corps correspondants $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_n$, nous obtiendrons par composition de ces

derniers un corps normal ou corps de Galois L de degré ρ et nous savons que toute fonction rationnelle de $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ pourra se mettre sous la forme d'une fonction rationnelle d'une racine θ_i choisie arbitrairement parmi les ρ racines de la résolvante

$$G(\theta) = 0.$$

Les corps $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_n$ sont des sous-corps de L; il en résulte qu'un de ces sous-corps considéré isolément ne sera pas en général un domaine holoïde complet; on comprend, en effet, que deux éléments b_1, c_1, appartenant à Ω_1 et par conséquent à L puissent avoir un diviseur commun contenu dans L, mais non dans Ω_1; ce diviseur, bien qu'existant réellement dans L, sera *idéal* dans Ω_1.

Cette simple remarque montre la nécessité de remonter toujours au corps normal d'un corps donné si l'on veut conserver au calcul algébrique toute sa généralité.

Dans le corps normal L nous savons qu'il existe des unités fondamentales $u_1, u_2, u_3, \ldots$ (u_1 étant une racine ordinaire de l'unité), mais en général la norme de ces unités ne sera pas égale à une unité fondamentale de A; de même nous aurons dans L des nombres premiers $q_1, q_2, q_3, \ldots$ dont les normes ne seront pas en général des nombres premiers de A; enfin le corps L ne sera pas en général un domaine holoïde complet.

Ainsi, dans le corps des nombres quadratiques réels obtenu par l'adjonction de $\sqrt{\Delta}$, il existe toujours des nombres $t + u\sqrt{\Delta}$ dont la norme $t^2 - \Delta u^2 = +1$; mais la résolution de l'équation $t^2 - \Delta u^2 = -1$ n'étant possible que pour certaines valeurs de Δ, il en résulte qu'en dehors de ces valeurs il n'existera pas de nombre quadratique de norme -1; de même, dans le domaine complexe, l'équation $t^2 - \Delta u^2 = +1$ a toujours des solutions, tandis que la relation $t^2 - \Delta u^2 = \pm\sqrt{-1}$ n'est satisfaite que pour certaines valeurs de Δ.

On comprend pourtant, au point de vue de la généralité des calculs, la nécessité de rendre L domaine holoïde complet et d'établir une correspondance univoque entre les nombres de L et ceux de A; il suffit pour cela de postuler l'existence *réelle* ou *idéale* de nombres entiers de L dont les normes soient égales soit à chacune des unités fondamentales e_i de A, soit à chacun des facteurs premiers p_i de ce corps et de poser

$$N(\varepsilon_i) = e_i, \qquad N(\pi_i) = p_i.$$

A un nombre choisi σ d'unités fondamentales ou de nombres premiers

de A correspondront, dans L, $\rho\sigma$ unités fondamentales ou nombres premiers, ρ étant le degré de la résolvante de Galois; c'est en somme une généralisation du théorème de d'Alembert sur l'égalité du nombre des racines et du degré d'une équation algébrique.

La théorie des idéaux algébriques ainsi introduits se développera comme la théorie ordinaire avec la seule différence que l'on aura un plus grand nombre d'idéaux premiers; mais il en résultera plus d'harmonie dans l'exposition et plus de généralité dans les calculs pour la même raison que l'introduction des racines complexes a constitué un progrès considérable par rapport à l'étude exclusive des racines réelles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la stabilité et la réversibilité des transformations des hydrosols obtenus par hydrolyse des sels.* Note de **M. A. Tian**, transmise par M. Haller.

J'ai eu l'occasion de montrer, dans une Note précédente [1], que les hydrosols constitués par les solutions hydrolysées de sels de métaux lourds étaient le siège d'un phénomène très particulier : l'hydrate peu soluble, en suspension colloïdale, est constamment divisé et dispersé par un processus chimique.

C'est à cette cause que sont dues la grande stabilité et la réversibilité des transformations de ces hydrosols.

Stabilité. — Un fait bien remarquable, et sur lequel il faut attirer l'attention, est la grande stabilité des solutions colloïdales complexes constituées par des solutions salines hydrolysées.

Alors que les hydrosols d'hydrates métalliques sont en général peu stables, puisqu'il suffit de minimes quantités d'électrolytes pour les détruire, il est tout à fait exceptionnel de voir les solutions salines de métaux lourds qui contiennent une proportion plus ou moins grande de leur base à l'état de suspension colloïdale, floculer comme les hydrosols purs. Ce fait est particulièrement remarquable pour des solutions telles que les sulfates métalliques qui contiennent une forte proportion d'anions polyvalents dont la moindre trace amène ordinairement la coagulation des hydrosols d'hydrates métalliques. Cette stabilité est si grande que, pendant longtemps, on a ignoré l'existence d'hydrates libres dans de pareilles solu-

---

[1] *Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 1291.

tions; il n'y a guère que depuis une vingtaine d'années, depuis que Spring eut montré l'impossibilité de les préparer « optiquement vides », que l'attention des chimistes a été attirée sur leur nature complexe ([1]).

La théorie que j'ai exposée explique très bien cette stabilité : tandis que dans l'hydrosol normal d'un hydrate métallique, les particules par évolution plus ou moins lente et irréversible se réunissent entre elles sous l'influence des forces capillaires pour donner des particules de plus en plus grosses, ici nous avons une cause de dispersion qui opère en sens inverse. L'expérience montrant que les sols normaux d'hydrates métalliques sont peu stables, tandis que les solutions hydrolysées de leurs sels le sont à un haut degré, cette cause de stabilité doit être relativement très efficace.

On a donc là un exemple de stabilisation des solutions colloïdales par un processus chimique. Il n'est pas impossible que dans d'autres solutions colloïdales également très stables, il y ait dispersion du colloïde par un mécanisme analogue, grâce à une réaction réversible, comme l'hydrolyse saline, à laquelle prendraient part le colloïde et la phase aqueuse ([2]).

Réversibilité des transformations. — Prenons une solution saline présentant l'hydrolyse lente. Elle peut être considérée, à chaque instant, comme étant en équilibre chimique. Cet équilibre *actuel* est, comme nous l'avons vu ([3]), transformé en équilibre *définitif* si l'on empêche, par gélification, la modification du système due au phénomène, en quelque sorte accessoire, de « polymérisation » du colloïde. En milieu non gélatiné, l'équilibre définitif n'est atteint que si l'état définitif de l'hydrosol est lui-même atteint, et, à la stabilité de cette solution, est liée la stabilité de l'équilibre chimique. On vient de voir, et pour quelle cause, combien cet hydrosol était stable : il doit donc en être de même de l'équilibre chimique du système. Inversement, la réversibilité de la transformation chimique doit nécessairement prouver la réversibilité de la transformation de l'hydrosol.

Or, on sait depuis longtemps, qu'au moins entre certaines limites de concentration, l'hydrolyse lente des solutions salines aboutit à des systèmes

---

([1]) On peut faire les mêmes remarques sur la stabilité des solutions des sels dont l'acide est insoluble, tels que les silicates alcalins.

([2]) La phase aqueuse pourrait participer à cette réaction réversible, non seulement par l'eau (comme dans l'hydrolyse saline), mais surtout par une matière étrangère à l'hydrosol. La présence de cette « impureté » intéresserait *essentiellement* la stabilité de la solution colloïdale : on sait, en effet, que la purification des hydrosols diminue généralement leur stabilité.

([3]) *Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 1172.

en équilibre à la suite de transformations réversibles. Foussereau ([1]) a montré, par exemple, que l'on obtient le même état limite que l'on abandonne à froid à l'hydrolyse lente une solution récente de chlorure ferrique, ou la même solution, mais ayant subi une hydrolyse très complète à chaud. Le premier système subit une décomposition hydrolytique croissante, le second décroissante, chacun aboutit lentement à un équilibre déterminé, qui est le même pour les deux.

Il existe donc des transformations colloïdales réversibles ([2]) : les particules colloïdales sont capables non seulement de s'unir, mais de se diviser, comme l'explique et le prévoit la théorie.

Ce qui précède montre qu'un hydrosol peut passer plus d'une fois par le même état, et qu'il n'est pas exact de dire qu'un des caractères de l'évolution des colloïdes est d'être irréversible, comme les phénomènes de la vie auxquels ils sont intimement liés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Études sur la réfraction moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique du furfuralcamphre et de quelques-uns de ses dérivés*. Note de Mlle **Wolff**, transmise par M. Haller.

Dans une Note précédente, nous avons décrit la formation du furfuralcamphre, du tétrahydrofurfurylcamphre et de quelques arylfurylcamphométhanes. Nous donnons ici un Tableau de leurs réfractions moléculaires et de leurs pouvoirs rotatoires spécifiques. Les réfractions ont été déterminées en solution toluénique 0,1-0,3 normale, à des températures variant entre 23°,2-24°,7. Les nombres calculés sont donnés selon le *Refraktometrisches Hilfsbuch* de Roth et Eisenlohr. Les pouvoirs rotatoires ont été mesurés à des températures variées. Nous les indiquons dans la colonne T ([3]).

([1]) *Ann. de Phys. et de Chim.*, 6e série, t. 11, 1887, p. 383.

([2]) La réversibilité du phénomène de *dissolution colloïdale* ne prouve pas nécessairement la réversibilité d'une transformation du colloïde, car le départ de l'eau n'a pu altérer ni les dimensions, ni les propriétés des particules colloïdales.

([3]) Les nombres qui figurent dans ces Tableaux constituent des moyennes; nous nous réservons de donner, d'une façon plus détaillée, dans un autre recueil, les résultats obtenus.

Nom de la substance.	Formule.	MRα.		MRD.		MRβ.		β — α.		$[\alpha]_D$.	T.
		Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Tr.	Calc.		
Furfuralcamphre...	$C^{15}H^{18}O^{2}\vDash^{3}$	69,62	64,74	70,23	65,12	72,28	66,00	2,66	1,26	339°	18°
Tétrahydrofurfurylcamphre........	$C^{15}H^{24}O^{2}$	66,58	66,24	66,82	66,52	68,24	67,22	1,76	0,98	42	20
Phénylfurylcamphométhane........	$C^{21}H^{24}O^{2}\vDash^{5}$	89,46	89,15	90,16	89,69	91,50	90,97	2,04	1,82	66	20
Benzylfurylcamphométhane........	$C^{22}H^{26}O^{2}\vDash^{5}$	93,94	98,74	94,50	94,31	96,23	95,64	2,29	1,90	57	18
Tolylfurylcamphométhane........	$C^{22}H^{26}O^{2}\vDash^{5}$	94,82	93,74	95,51	94,31	97,20	95,64	2,38	1,90	59	24
Anisylfurylcamphométhane........	$C^{22}H^{26}O^{3}\vDash^{5}$	96,09	95,38	96,80	95,95	98,82	97,28	2,73	1,90	66	24

Les nombres que nous avons trouvés pour la réfraction moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique sont en accord avec ceux qu'ont obtenus MM. Haller et Muller [1] pour les produits de condensations du camphre avec des aldéhydes et leurs produits de réduction.

Le furfuralcamphre a, comme les alcoylidènecamphres, de fortes exaltations de la réfraction moléculaire, du pouvoir rotatoire spécifique et de la dispersion moléculaire, et ses exaltations disparaissent lorsque le produit est réduit, c'est-à-dire lorsque, outre la double liaison sur le noyau camphre, les deux doubles liaisons du noyau furanique ont disparu. Les arylfurylcamphométhanes n'ont que de faibles exaltations de la réfraction et de la dispersion moléculaires. Leurs pouvoirs rotatoires restent plus grands que celui du camphre, mais sont très inférieurs à celui du furfuralcamphre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Variétés allotropiques d'oxydes.* Note de Mlle S. **Veil**, présentée par M. G. Urbain.

L'étude [2], en fonction de la température, de la conductibilité d'un certain nombre d'oxydes métalliques (oxyde de cérium CeO^2, sesquioxyde de chrome Cr^2O^3, oxyde de nickel NiO, oxyde cuivrique CuO, acide titanique TiO^2, oxydes de manganèse Mn^3O^4 et MnO, oxydes d'étain SnO^2 et SnO, oxydes de fer Fe^2O^3 et Fe^3O^4, oxyde de zinc ZnO et oxyde de

---

(1) *Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 1370-1373; t. 129, p. 1005-1008.

(2) S. Veil, *Alliages d'oxydes* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 939).

cadmium CdO), montre que de ce point de vue ils se comportent comme les électrolytes ([1]) et comme le charbon. La conductibilité est une fonction croissante de la température, la courbe représentative étant d'allure parabolique.

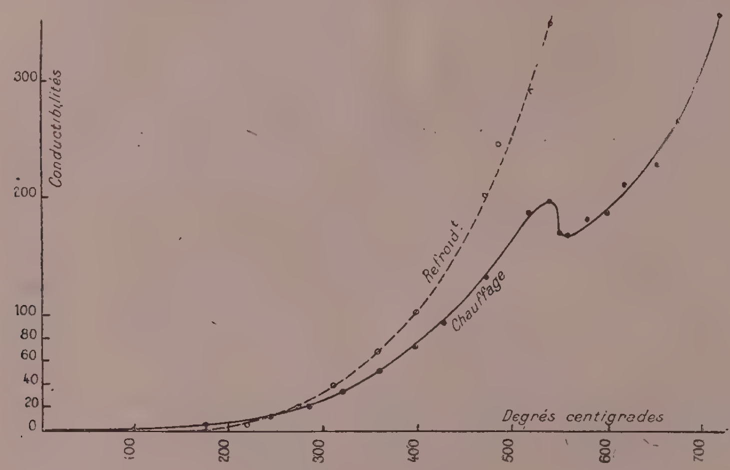


Fig. 1. — *Oxyde de fer magnétique.* — Région du point de Curie.

En outre, certains oxydes montrent des particularités qu'il est possible d'attribuer à des variations allotropiques.

La courbe conductibilité-température relative à l'oxyde magnétique de fer présente à la montée un changement d'allure entre 500° et 600°. Ce changement d'allure correspond au point de Curie, température à laquelle le minéral naturel de magnétite perd son magnétisme. L'expérience a été poussée jusqu'à 1300°; à part le point de Curie, aucune singularité n'a été observée. Au refroidissement, le point de Curie n'est plus visible, le système ne repasse pas par une suite analogue d'états, et la conductibilité reste plus grande.

Rappelons que Curie fixe cette température à 535° par des mesures de susceptibilités magnétiques et que Weiss la fixe à 580°, à la fois par des mesures de magnétisme et par des mesures de chaleurs spécifiques. La méthode envisagée ici fournit des résultats moins précis, étant donnés les phénomènes d'hystérésis et les irrégularités inhérentes à la conductibilité d'oxydes agglomérés.

L'oxyde de cadmium est déjà très conducteur à la température ordi-

---

([1]) Nernst, *Zeitsch. für Elektroch.*, (6), 1899, p. 41, et Nernst et Reynolds, *Gotting Nachr.*, 1900, p. 328.

naire. Lorsque la température s'élève, la conductibilité augmente normalement, suivant une courbe d'allure parabolique. Un peu au-dessus de 200°, la courbe redescend puis remonte jusqu'à un second maximum vers 850° et

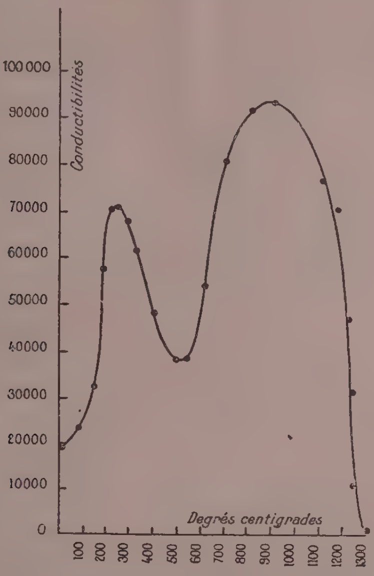


Fig. 2. — *Oxyde de cadmium.* — Chauffage.

redescend. Les observations ont été faites jusqu'à 1300°. La conductibilité n'est plus alors qu'une très petite fraction de ce qu'elle est à la température ordinaire avant le chauffage.

On peut interpréter ces résultats en admettant qu'il existe trois variétés allotropiques, α, β, γ, d'oxyde de cadmium, dont les domaines de stabilité se trouvent de part et d'autre des maxima, le domaine de la variété α se trouvant approximativement entre la température ordinaire et 200°, celui de la variété β approximativement entre 200° et 850° et celui de la variété γ aux températures plus élevées.

Les conductibilités des variétés α et β sont du même ordre de grandeur, la variété γ est relativement très peu conductrice.

Au refroidissement, on obtient, à partir de 1300°, une courbe régulièrement descendante; à 1000°, la conductibilité n'est plus appréciable. Les vitesses des transformations sont trop lentes pour que celles-ci se produisent au cours d'un refroidissement rapide. Après un reposprolongépe l'ordre de quelques semaines à la température ordinaire, l'oxyde reprend spontanément la forme α.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la variation de la réfraction spécifique des sels dissous en solutions étendues.* Note de M. C. CHÉNEVEAU, présentée par M. Paul Janet.

M. V. Posejpal a fait paraître dans le *Journal de Physique* (1) un intéressant travail sur la variation de la réfraction des gaz avec la pression, au-dessous d'une atmosphère. Il arrive en particulier à cette conclusion que le pouvoir réfringent spécifique, $\frac{n-1}{d}$ par exemple, d'un gaz, tel que l'air ou l'anhydride carbonique, ayant un indice de réfraction n pour la raie verte du mercure et une densité d, diminue lorsque le gaz est soumis à des pressions de plus en plus faibles.

J'ai montré, il y a quelques années (2), que le pouvoir réfringent spécifique, $\frac{n_D - 1}{d}$, d'un sel dissous, ayant un indice de réfraction n_D pour la raie D et une densité d, occupant le volume de la dissolution, restait constant jusqu'à une limite très petite de la concentration équivalente, de l'ordre de 0,1 équivalent-gramme par litre de solution : de sorte que l'on pouvait conclure que l'ionisation, déjà très avancée, n'agissait pas, en deçà de cette limite, sur la réfraction du corps dissous. Mais, après avoir corrigé les résultats obtenus au delà de cette limite de l'influence possible de la température, ce qui donnait des variations un peu moins rapides que celles déduites des expériences de Dijken (3), j'ai reconnu qu'aux extrêmes dilutions le pouvoir réfringent diminue ou augmente, suivant les cas, lorsque la concentration décroît.

Dans l'hypothèse, aujourd'hui admise, que le corps dissous en solution très étendue est assimilable à un gaz, cela revient à dire que le pouvoir réfringent varie lorsque la pression du corps dissous s'abaisse; en effet, puisque j'ai supposé que le sel dissous occupe le volume de la dissolution, sa pression est alors la pression osmotique, en kilogrammes par centimètre carré, de la solution, proportionnelle à la concentration moléculaire $\frac{\gamma}{M} \cdot 10^{-3}$, si γ est la masse du sel, de masse moléculaire M, dans 1^l de solution. D'autre part, la solution saline étant un électrolyte, si l'on veut con-

---

(1) 6e série, t. 2, n° 3, mars 1921, p. 85.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. 21, septembre 1910, p. 36.

(3) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 24, 1897, p. 81.

naître exactement la pression P du corps dissous, il faut tenir compte de l'ionisation qui intervient par un facteur $i = 1 + (r - 1)\delta$, en appelant r le nombre d'ions contenus dans 1^{mol} du sel considéré et δ le coefficient de dissociation électrolytique qui est le rapport des conductivités équivalentes de la solution étudiée et de la solution de dilution infinie.

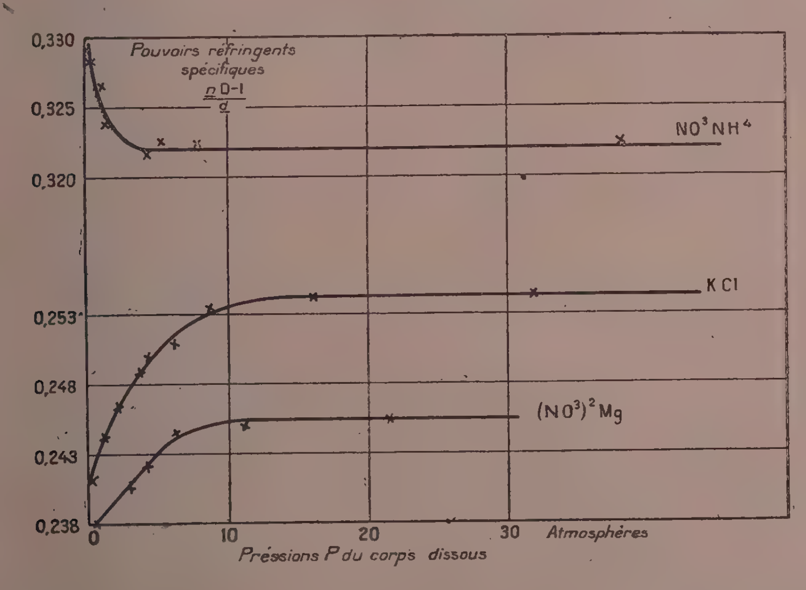
Si R est la constante des gaz parfaits, à une température absolue T, la formule de Van't Hoff, ainsi corrigée, donne

$$P\frac{1000\,M}{\gamma} = [1 + (r - 1)\delta]RT.$$

Supposant que la température centigrade est de 15°, comme R = 84,5 avec les unités adoptées, on peut donc, finalement, calculer la pression P du corps dissous, en atmosphères, par la relation

$$P = \frac{84,5 \times 288}{1,0333 \times 1000}\,\frac{\gamma[1 + (r - 1)\delta]}{M}.$$

Si l'on fait ce calcul, pour les solutions des trois sels KCl, NO^3NH^4,



$(NO^3)^2Mg$, que j'avais étudiées, et si l'on porte en ordonnées les valeurs du pouvoir réfringent spécifique $\frac{n_D - 1}{d}$ du corps dissous et en abscisses les valeurs de P, on a les courbes représentées dans la figure ci-dessus. On voit immédiatement l'étroite analogie des courbes obtenues pour KCl et

$(NO^3)^2Mg$ avec celles indiquées par M. Posejpal pour l'air et CO^2; la seule différence est que la diminution du pouvoir réfringent, lorsque la pression décroît, se produit pour le corps dissous dans un domaine de pressions un peu plus élevées que pour le gaz. Mais, alors que pour les solutions de KCl et $(NO^3)^2Mg$ le pouvoir réfringent diminue comme la pression, il augmente pour NO^3NH^4 lorsque la pression s'abaisse.

Sans préjuger des résultats expérimentaux que doit publier sur l'hydrogène M. Posejpal, je peux faire remarquer que ce gaz, contrairement aux autres, paraît donner, entre 1^{atm} et 2^{atm}, un résultat assez analogue à celui obtenu avec NO^3NH^4. En effet, si p est la pression :

$$n-1 = k'p(1+\beta p), \qquad \beta = -85.10^8 \quad \text{[Perreau (1)]},$$
$$d = kp(1+\beta_d p), \qquad \beta_d = -80.10^8 \quad \text{[Leduc et Sacerdote (2)]}.$$

Donc le pouvoir réfringent spécifique est de la forme

$$\frac{n-1}{d} C[1+(\beta-\beta_d)p] = C(1-5.10^8 p),$$

c'est-à-dire qu'il augmente quand p diminue.

Pour expliquer la diminution du pouvoir réfringent avec la pression, M. Posejpal admet que dans l'expression de ce pouvoir réfringent

$$R = K\frac{N}{\nu_0^2-\nu^2},$$

où N est le nombre de particules par unité de volume, ν_0 la fréquence des oscillations propres des atomes ou des molécules et ν la fréquence de la lumière qui traverse la matière, la fréquence ν_0 peut augmenter pour assurer plus de stabilité, dans l'état dilué de la matière, aux divers états possibles pour un même atome ou une même molécule.

Si la variation de R peut se produire en sens inverse de celle de p, cette explication doit, probablement, être ainsi complétée. Le numérateur de R dépend, en réalité, du nombre N de particules. Dans les solutions concentrées, on peut admettre que le nombre de particules et leur fréquence d'oscillations propres ne varient pas sensiblement et R est constant. Dans les solutions diluées, le nombre N de particules s'accroît; comme ν_0 croît aussi, si la variation de N est plus rapide que celle de ν_0^2, R peut augmenter; c'est le contraire si N augmente moins vite que ν_0^2.

Quoi qu'il en soit, il m'a paru intéressant de rapprocher les résultats obtenus dans deux cas assez analogues de raréfaction de la matière.

---

(1) *Table de Constantes de la Société française de Physique*, 1913, p. 490.
(2) *Ibid.*, p. 189.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le peroxyde de titane.* Note de M. **Maurice Billy**, présentée par M. G. Urbain.

Lorsqu'on traite le sulfate de titane par l'eau oxygénée, on obtient une liqueur jaune orangé qui donne avec l'ammoniaque, la soude ou la potasse un précipité jaune soluble dans un excès d'eau oxygénée. L'oxygène s'est fixé sur l'acide titanique.

La composition de ce peroxyde a été déterminée par différents chimistes (1) qui admettent généralement que le degré d'oxydation du titane s'élève à TiO^3.

Les composés obtenus sont des poudres jaunes amorphes contenant de l'eau d'hydratation.

Les analyses ont eu pour but fondamental de fixer le rapport $\frac{\text{titane}}{\text{oxygène actif}}$; or j'ai toujours obtenu avec les sels cristallisés des chiffres d'oxygène actif inférieurs à ceux qu'exige la formule TiO^3. Par contre, les chiffres d'oxygène actif sont supérieurs à ceux qui correspondent à TiO^3, avec les sels insolubles amorphes.

Préparation du sulfate double de titane et de potassium. — On dissout à chaud 50g d'acide titanique hydraté dans un mélange de 100cm³ d'acide sulfurique concentré et de 40cm³ d'eau. La liqueur, diluée jusqu'à ce qu'elle renferme 10 pour 100 de TiO^2, est traitée par une quantité de carbonate de potassium pulvérisé correspondant au double de la quantité de sel nécessaire pour obtenir le composé $(SO^4)^2Ti, SO^4K^2$.

Enfin, à la liqueur claire, on ajoute le double de la quantité théorique d'eau oxygénée à 100vol, nécessaire pour transformer tout l'acide titanique en oxyde pertitanique hypothétique TiO^3.

Par évaporation au-dessous de 15°, il se dépose d'abord du sulfate de potassium que l'on sépare; on obtient ensuite d'abondants cristaux orangés, mélangés de cristaux blanc-jaunâtres.

La masse cristalline, pulvérisée et traitée par l'eau glacée, donne une liqueur orangée et laisse des cristaux presque incolores qu'on lave rapidement à l'eau glacée; ils admettent la formule SO^4TiO, SO^4K^2.

---

(1) A. Weller, *Ber.*, t. 15, 1882, p. 2599 ($Ti^2O^{5,16}$). — Piccini, *Gazz. ch. ital.*, t. 12, 1882, p. 151 (mélange d'acide titanique et de peroxyde de titane variable). — Classen et ses collaborateurs, *Ber.*, t. 21, 1888, p. 371 [$Ti(OH)^6$]. — Levy, *Comptes rendus*, t. 108, 1889, p. 284 (TiO^5). — Faber, *Ztsch. f. anal. Chem.*, t. 46, 1907, p. 277 (TiO^3). — A. Mazzuchelli et E. Pantanelli, *Atti R. Accad.*, t. 16, 1907, p. 265, 349 et 1394; t. 17, 1908, p. 513; t. 18, 1909, p. 420, 505, 518 et 608 (TiO^3).

Dans la liqueur orangée les dosages de titane et d'oxygène actif correspondent à un oxyde de formule $Ti^2O^{5,75}$ ou $2Ti^2O^5 . 1,5H^2O^2$.

J'ai essayé de mettre en évidence l'eau oxygénée qui figure dans la formule précédente en admettant l'hypothèse de Ti^2O^5. Le sel orangé étant dissous dans l'eau glacée et précipité aussitôt par l'alcool, la liqueur décantée contient de l'eau oxygénée qui peut être mise en évidence en développant sa coloration orangée par addition de sulfate titanique.

Pour obtenir l'*hydrate de peroxyde de titane* Ti^2O^5 aq., je préconise le traitement suivant :

Des quantités équimoléculaires de sulfate de potassium SO^4K^2 et de sulfate de titanyle $SO^4(TiO)$ sont dissoutes séparément dans le moins possible d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$; on les verse dans une solution d'eau oxygénée à 100^{vol}, employée en excès (50 pour 100 environ) relativement à la quantité nécessaire pour faire TiO^3. Le mélange limpide, fait à froid, est précipité à la température ordinaire par l'alcool à 95°; ce précipité armorphe, connu de Mazzuchelli et Pantanelli, est lavé à l'alcool pour éliminer l'excès d'acide sulfurique.

Le sel essoré est dissous sur filtre par l'eau glacée; une petite quantité de sel plus clair, non peroxydé, reste insoluble; la liqueur orangée est étendue d'environ 10^l d'eau pour 2^g de TiO^2.

Après dix heures de repos, la température restant de 15° à 20°, on peut recueillir un abondant précipité d'hydrate de peroxyde de titane jaune clair, ne dégageant pas la moindre bulle d'oxygène.

Pour l'analyse, ce précipité est lavé avec de l'eau pure jusqu'à ce que l'eau mère ne décolore plus le permanganate; on le dissout alors dans l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$, et l'on obtient une liqueur orangée.

Le rapport $\frac{\text{anhydride titanique}}{\text{oxygène actif}}$ est toujours compris entre 9,9 et 10,15.

Pour obtenir un *phosphate pertitanique insoluble*, je mélange à froid des liqueurs de sulfate acide de titane, de phosphate de sodium, d'eau oxygénée; le précipité se forme quand on ajoute un excès d'acétate de sodium.

Le phosphate lavé à fond perd de l'oxygène; si on laisse le précipité dans la liqueur, en dosant l'eau oxygénée non combinée, on trouve qu'il se fixe, sur l'acide titanique du phosphate, une quantité d'oxygène actif correspondant à la formule :

$$TiO^{3,25} \quad \text{ou} \quad 2Ti^2O^5 . 3H^2O^2.$$

En résumé, alors qu'on ne connaissait aucun composé pertitanique cristalisé, j'ai obtenu un sulfate complexe cristallisé; d'autre part, j'ai pu préparer l'hydrate de peroxyde; enfin, il résulte des analyses précédentes que tous les hydrates considérés jusqu'ici comme des sels de l'oxyde TiO^3 sont des complexes d'eau oxygénée et de sels pertitaniques correspondant au peroxyde Ti^2O^5.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Contribution à l'étude des huiles de pépins de raisin.* Note de M. **Émile André**, présentée par M. Ch. Moureu.

Dans une précédente Note (¹) nous avons donné les principales constantes physiques et chimiques d'une série de 11 échantillons d'huile de pépins de raisin et nous avons montré qu'il existe de telles différences dans leurs propriétés qu'il est impossible de les rapporter à un type déterminé. Le cépage, le climat et la nature du sol influent sans doute sur la qualité de l'huile contenue dans les graines comme sur la qualité du jus qui fournit le vin par fermentation.

De toutes les propriétés chimiques de cette huile, c'est certainement l'indice d'acétyle qui est la plus variable; nous avons enregistré dans nos essais des valeurs allant de 13,3 à 49,3, Horn (²) et Paris (³) ont indiqué 144,5 et 143,1, Fachini et Dorta (⁴) ont trouvé des valeurs variant de 23 à 25. Ces données discordantes permettent cependant de conclure d'une façon certaine qu'il existe des glycérides d'acides-alcools dans l'huile de pépins de raisin; aussi, tous les traités spéciaux la rangent-ils dans le même groupe que l'huile de ricin. Nombre d'auteurs admettent même, sans preuves suffisantes et par simple raison d'analogie, que l'indice d'acétyle de l'huile de pépins de raisin est attribuable à l'acide ricinoléique. Les analyses immédiates, assez peu approfondies, qui ont été faites, n'ont cependant jamais permis d'isoler le ou les acides-alcools que contient certainement cette huile.

Nous avons essayé d'apporter une contribution à la solution de ce problème. Dans nos premiers essais, nous avons appliqué les méthodes que l'on trouve décrites dans tous les traités spéciaux d'analyse des matières grasses : séparation des acides solides et des acides liquides par différence de solubilité de leurs sels de plomb dans l'éther, précipitation fractionnée des sels de Ba ou de Mg des acides solides, études des dérivés bromés d'addition des acides liquides, étude de leurs dérivés d'oxydation par le permanganate de potasse en solution alcaline. Il nous est bien vite apparu

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1296.

(²) Horn, *Mitt. techn. Gewerbe Mus. Wien*, 1891, p. 185; *Chem. Zeit.*, t. 15, 1891, Report 284.

(³) G. Paris, *Staz. Speriment. agrar. Ital.*, t. 44, 1911, p. 669; *Jahresbericht der Agrikulturchemie*, t. 54, 1911, p. 291.

(⁴) Lewkowitsch, *Chemical technologie of Oils, Fats and Waxes*, 5ᵉ édition, t. 2, 1914, p. 387.

qu'il n'est pas possible d'isoler les acides-alcools par cette méthode qui nous a seulement permis de déceler la présence des acides palmitique, stéarique, oléique et linoléique, constituants que l'on rencontre dans la plupart des matières grasses.

Après de nombreux tâtonnements, nous sommes parvenu à séparer les acides gras de l'huile de pépins de raisin en trois groupes et à concentrer les acides-alcools dans l'un d'eux. Voici la description succincte du procédé que nous avons suivi :

125g d'huile sont mélangés, dans un ballon de 1l, avec 150g d'alcool à 90°; dans ce mélange, on verse une solution alcaline contenant 35g de NaOH pure du commerce dans quantité suffisante d'eau distillée pour obtenir 100cm³; on agite vivement le tout pour maintenir l'huile en émulsion. Au bout de 15 à 20 minutes, le mélange, dont la température atteint 40° environ par suite de la chaleur dégagée par la réaction, est complètement homogène et limpide; on constate que la saponification est complète en versant une petite quantité de ce liquide dans un grand volume d'eau : la solution obtenue doit être limpide. On verse alors toute la masse dans 1250cm³ d'eau et l'on agite à trois reprises avec de l'éther dans une ampoule à décantation. Les solutions éthérées réunies et lavées à l'eau distillée sont séchées sur du sulfate de soude anhydre; la distillation de l'éther laisse comme résidu la matière insaponifiable que l'on met à part pour l'étudier ultérieurement. On ajoute à la solution savonneuse 125g d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{2}$. Les acides gras mis en liberté viennent surnager le liquide, entraînant avec eux la majeure partie de l'éther et de l'alcool qu'il retenait en dissolution; on les sépare, lave à l'eau distillée et sèche sur du sulfate de sodium anhydre. On chasse l'éther et l'alcool par distillation et l'on obtient ainsi les acides gras totaux exempts d'insaponifiable. On les dissout dans 3l d'alcool à 70° et l'on ajoute à cette solution 40g de carbonate de lithine; on fait bouillir à reflux pendant 1 heure et l'on abandonne ensuite en lieu frais pendant 24 heures. Les savons les moins solubles cristallisent; on les sépare par filtration et essorage. La solution alcoolique est distillée jusqu'à ce que le liquide restant dans le ballon donne une mousse abondante qui empêche de poursuivre l'opération. Par refroidissement, il fournit en abondance des cristaux blancs nacrés que l'on sépare de leurs eaux mères par essorage. Premiers cristaux, deuxièmes cristaux et eaux mères sont traités, chacun séparément, pour extraction des acides gras qu'ils contiennent.

Les premiers cristaux fournissent des acides solides, fraction I; les deuxièmes cristaux des acides liquides à peu près incolores très fluides, fraction II; les eaux mères fournissent des acides liquides très visqueux, fraction III, assez fortement colorés par les substances entraînées avec eux dans les eaux mères. Les acides des fractions I et II sont entièrement solubles dans l'éther de pétrole; les acides de la fraction III n'y sont que partiellement solubles. Les savons lithiques des acides-alcools, plus solubles, s'accumulent donc dans les eaux mères, et c'est là un premier pas vers leur séparation.

Nous avons ainsi opéré de nombreux fractionnements sur l'huile n° 10 [1],

---

[1] *Comptes rendus, loc. cit.*

que nous avions pu nous procurer en quantité importante grâce à la bienveillante obligeance de M. le Dr Le Moignic, directeur du Service du Lipovaccin. Par un heureux concours de circonstances, cette huile était, de toutes celles que nous avons eues entre les mains, la plus riche en glycérides d'acides-alcools, comme l'indiquent sa densité ($D_{0^\circ}^{20^\circ}$ 0,9334) et son indice d'acétyle (49,3).

La moyenne des rendements pour 100g d'acides totaux a été de 12,5 d'acides solides, 62,5 d'acides fluides et 25,0 d'acides visqueux. Nous donnons ci-dessous les propriétés chimiques les plus importantes de chacun de ces trois groupes, que nous avons par la suite étudiés, chacun en particulier, pour en extraire les acides qu'il contient :

	*Indice		Poids moléculaire moyen.	
	d'iode.	de saturation.		
I. Acides solides...	32	199	281	P. F. 49°-50°
II. Acides fluides...	131	195	287	
III. Acides visqueux.	110	202	277	

*Ces chiffres sont la moyenne d'une série de déterminations.

On remarquera que le poids moléculaire moyen des acides visqueux est relativement faible; cette première indication ne corrobore point l'hypothèse de l'existence de l'acide ricinoléique (poids moléculaire, 298g) dans l'huile de pépins de raisin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés sulfonés de l'oxindol et de l'isatine.* Note de MM. **J. Martinet** et **O. Dornier**, transmise par M. A. Haller.

On sait qu'il est possible d'obtenir des dérivés indoliques à partir de l'acide phénylacétique orthonitré, par réduction et cyclisation. Baeyer prépara ainsi l'oxindol (1). La matière première s'obtient avec de très mauvais rendements; car le groupe nitré qui entre dans le noyau benzénique est orienté par le groupe $CH^2 - COOH$ en ortho, mais surtout en para. Par ce mode de formation l'oxindol est donc peu accessible.

Nous avons pensé qu'en occupant la position para par un autre substituant, puis en effectuant ensuite la nitration, nous pourrions obtenir plus facilement un dérivé nitré en ortho de la chaîne latérale. Ce corps réduit

(1) A. Baeyer, *Berichte der deutsch. Ges.*, t. **11**, 1878, p. 582; t. **12**, 1879, p. 1764.

et cyclisé conduirait à l'oxindol correspondant dans de bonnes conditions. Nous avons préparé dans ce but l'acide phénylacétique *o*-nitro-*p*-sulfonique (1).

On chauffe au bain-marie, pendant 1 heure, 13g,5 d'acide phénylacétique et 70g d'acide sulfurique à 66° B. A basse température on ajoute un mélange de 6g,5 d'acide azotique fumant (D = 1,51) et 13g,5 d'acide sulfurique à 66° B. On verse la masse ainsi obtenue dans de l'eau salée; au bout de 24 heures il s'est formé un abondant précipité du sel de sodium de l'acide *o*-nitro-*p*-sulfophénylacétique. Il se présente après plusieurs cristallisations sous forme de sphérolithes blancs assez solubles dans l'eau.

Ce sel possède encore une fonction acide libre que l'on peut titrer en présence de phtaléine. Son sel d'argent est insoluble et noircit rapidement à la lumière. La réduction du groupe nitré de cet acide peut s'effectuer sous l'influence de divers réducteurs, tels que le zinc ou le fer et l'acide acétique, l'hydrosulfite de soude. Il suffit de traiter la solution chaude du dérivé sulfonitré par l'hydrosulfite, pour obtenir par concentration et refroidissement un précipité du sel de sodium de l'acide oxindol-6-sulfonique, soit sous forme de bâtonnets, soit sous forme de paillettes brillantes incolores. Nous avons dès lors un oxindol facilement accessible. Nous l'avons transformé en acide isatine-6-sulfonique, qu'il était intéressant de comparer à son isomère sulfoné en position 5, étudié dans une Communication précédente (2).

Traité par l'acide nitreux, l'oxindol-6-sulfonique donne un dérivé isonitrosé : l'isatoxime-6-sulfonique. Son sel de sodium forme de longues aiguilles jaune citron solubles dans l'eau. Contrairement à l'oxime de l'acide isatine-5-sulfonique, celle de l'acide isatine-6-sulfonique donne avec la poudre de zinc en milieux aqueux une coloration pourpre intense. Cette oxime a été transformée en amino-oxindol par réduction au chlorure stanneux. On obtient une combinaison chlorostannique qui se présente en petits cristaux blancs, isolubles dans l'eau.

Par oxydation, à l'acétate de cuivre, l'oxyde rouge de mercure ou le chlorure ferrique, elle donne l'acide isatine-6-sulfonique. Avec l'acétate de cuivre, nous avons opéré comme il suit : on met en suspension la combinaison stannique de l'amino-oxindol dans l'eau bouillante; on y ajoute une solution concentrée d'acétate de cuivre, immédiatement la solution prend une teinte rouge vif, puis jaunit, et l'oxydule de cuivre précipite. Par addition de chlorure de potassium à la solution filtrée, le sel de l'acide isatine sulfonique cristallise. Baeyer avait aussi observé une coloration rouge

---

(1) Brevet allemand n° 289028.

(2) J. Martinet et Q. Dornier, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 330.

fugace dans l'oxydation de l'amino-oxindol ordinaire (1). Il reste à en élucider la nature.

Le sel de potassium de cette isatine sulfonée $C^8H^4O^2N, SO^3K, H^2O$ est assez soluble dans l'eau et donne facilement la réaction de l'indophénine. Le sel de baryum, poudre cristalline, jaune orangée, cristallise avec une molécule d'eau. Ces sels monobasiques, traités par les alcalis, donnent une coloration violette intense qui passe immédiatement au jaune : il y a ouverture du cycle indolique et formation de sulfoisatates alcalins. Le sel dibarytique cristallise en aiguilles jaune pâle avec une molécule d'eau. De même que les sels dibasiques de l'isatine sulfonée 5, ceux de l'isatine sulfonée 6 se cyclisent sous l'influence des acides minéraux, lentement à froid, et rapidement à chaud.

Par condensation du sel de potassium de cet acide sulfonique, avec l'indoxyle, en milieu acétique, nous avons obtenu l'indirubine en cristaux violacés. Elle possède pour les fibres animales, qu'elle teint en violet, une grande affinité. Cette même indirubine a été préparée par condensation en milieu hydro-alcoolique de l'oxindól-6-sulfonique avec l'α-anilide de l'isatine. Il est à remarquer que la couleur de cette indirubine est moins profonde que celle de son isomère 5 sulfoné.

Le sel disodique de l'acide isoindigo-6.6'-disulfonique s'obtient, en cristaux grenat, par condensation des sels de sodium des acides oxindol et isatine-6-sulfonique en milieu aqueux, en présence d'une trace d'acide sulfurique concentré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'amines phénoliques mixtes secondaires et tertiaires.* Note (2) de MM. **A. Mailhe** et **F. de Godon**, transmise par M. Paul Sabatier.

Nous avons montré, antérieurement (3), qu'il était possible de préparer d'une manière commode et simple les amines phénoliques mixtes secondaires et tertiaires de l'aniline et des bases homologues, toluidines et xylidines, ainsi que des naphtylamines, par catalyse de ces bases en présence d'alcool méthylique.

(1) A. Baeyer et Knopp, *Liebigs-Annalen*, t. 140, p. 37.

(2) Séance du 30 mai 1921.

(3) A. Mailhe et de Godon, *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 467 et 564.

Nous nous sommes proposé d'étendre la réaction à l'éthylation de ces bases, en utilisant comme catalyseur l'alumine qui était chauffée à des températures voisines de 350°-380°. La bonne marche de la réaction était indiquée encore dans ce cas, par le faible dégagement d'éthylène, ce qui indiquait que l'alcool échappait à la déshydratation éthylénique; mais il s'est formé cependant une certaine quantité d'éther ordinaire, qui a pu être isolé dans toutes les opérations que nous allons indiquer.

L'*aniline* a été mélangée à deux fois son volume d'alcool ordinaire à 95°. Les vapeurs du liquide ainsi obtenu, dirigées sur l'alumine, fournissent un produit qui se sépare en deux couches : l'inférieure, formée d'eau-alcool et d'oxyde d'éthyle; la supérieure, constituée par un liquide légèrement jaune qui a été soumis à la rectification. Après enlèvement de l'éther, le thermomètre est monté tout d'un coup à 195° et de 195° à 204°, il distille un mélange d'aniline non transformée et de base éthylée. Dès que le liquide condensé ne donnait plus de combinaison solide avec l'acide sulfurique dilué, on a recueilli les bases éthylées, formées par un mélange de monoéthylaniline et de diéthylaniline. C'est surtout la base secondaire $C^6H^5NHC^2H^5$ qui a pris naissance, ainsi que le montre l'étude de la nitrosation du produit obtenu. La fraction de liquide qui a distillé entre 195°-284° a été mélangée à une nouvelle quantité d'alcool ordinaire, pour subir une nouvelle action du catalyseur, afin d'éthyler complètement l'aniline.

Celle-ci n'a été transformée d'une manière totale en amine secondaire mélangée d'un peu d'amine tertiaire, qu'après trois passages sur l'alumine. On voit que la formation des anilines éthylées est bien moins aisée que celle des anilines méthylées, puisque dans les mêmes conditions et avec moins d'alcool méthylique, nous étions arrivés du premier coup à la transformation intégrale de l'aniline en mono et diméthylanilines.

Les trois *toluidines* n'ont pas éprouvé la même résistance que l'aniline à l'éthylation. La transformation en un mélange de monométhyltoluidine et de diéthyltoluidine a été presque complète du premier coup. Il a suffi d'un second passage des premières fractions, mélangées à une nouvelle quantité d'alcool, pour avoir une éthylation totale des trois bases primaires.

Les *xylidines* se sont encore mieux comportées que les toluidines vis-à-vis de l'alcool ordinaire. La *métaxylidine*, provenant de la réduction du nitro-2-métaxylène, mélangée à deux fois son volume d'alcool, a fourni sur l'alumine un liquide catalysé qui s'est séparé en deux couches. La supérieure a donné après distillation un mélange d'*éthylmétaxylidine* et de *diéthylmétaxylidine*, bouillant de 216° à 223°. *L'orthoxylidine* et la *paraxylidine*

sont également changées en bases éthylées. Un seul passage du mélange de la base primaire avec deux fois son volume d'alcool, sur le catalyseur, a suffi pour la faire disparaître et la changer totalement en un mélange de bases monoéthylée et diéthylée.

Les *naphtylamines* α et β, mélangées pour les dissoudre complètement à un grand excès d'alcool ordinaire, fournissent du premier coup un mélange d'*éthyl* et de *diéthylnaphtylamines*. La transformation intégrale des naphtylamines en bases éthylées a été effectuée dans un seul passage sur le catalyseur.

Enfin nous avons essayé l'alcoylation de la *diphénylamine*. Cette base secondaire se change en présence de méthanol en *méthyldiphénylamine*, $(C^6H^5)^2.N.CH^3$, bouillant à 282°, et au contact d'alcool éthylique, en *éthyldiphénylamine*, $(C^6H^5)^2.N.C^2H^5$, qui bout à 287°-289°. Dans chaque cas, la transformation de la base primitive en amine tertiaire a été totale.

On voit que notre méthode catalytique de préparation des amines phénoliques mixtes secondaires et tertiaires s'applique facilement à la préparation des bases éthylées.

MINÉRALOGIE. — *Sur la palmiérite du Vésuve et les minéraux qui l'accompagnent.* Note (¹) de M. **Ferruccio Zambonini.**

Sous le nom de *palmiérite*, M. A. Lacroix a décrit en 1907 un nouveau minéral des fumerolles à haute température de l'éruption vésuvienne commencée le 6 avril 1906 : il constitue de petites lamelles à contour hexagonal, très biréfringentes, uniaxes et optiquement négatives, mais la véritable composition et la forme cristaline de ce minéral sont encore imparfaitement connues.

En effet, de l'analyse faite par M. Pisani, sur quelques décigrammes de matière, M. A. Lacroix a conclu (²) comme formule probable $(K, Na)^2SO^4.PbSO^4$ ou $3(K, Na)^2SO^4.4PbSO^4$; Groth a admis comme probable une autre formule $(K, Na)^2SO^4.2PbSO^4$. Or, il est aisé de voir que si l'analyse de M. Pisani est exacte, la seule formule que l'on puisse en déduire est $6SO^3.4PbO.3(K, Na)^2O$, c'est-à-dire que la palmiérite serait un sel basique : la quantité trouvée de SO^3 est de 5,2 pour 100 plus petite que celle nécessaire pour former avec PbO, Na^2O et K^2O des sulfates neutres.

(¹) Séance du 9 mai 1921.

(²) *Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 139.

De mon côté, j'ai pu mesurer un très petit cristal de palmiérite isolé des matériaux d'une fumerolle de la lave de 1868, dans lesquels A. Scacchi avait trouvé une quantité notable de sulfate de plomb : mon cristal présentait la combinaison de la base avec un prisme hexagonal et un rhomboèdre incliné sur la base de 55°,5. Ce rhomboèdre est très voisin de celui que l'on prend comme fondamental dans l'aphthitalite, et je fus conduit à penser que la palmiérite devait posséder des relations intimes avec l'aphthitalite.

J'ai retrouvé la palmiérite dans des échantillons des produits formés récemment sur les laves des petits cônes qui s'élèvent sur le fond du cratère du Vésuve. M. Malladra, qui les a recueillis le 8 juin 1919, a bien voulu m'en confier l'étude.

La palmiérite est bien rhomboédrique, comme je l'avais trouvé en 1910, et ses formes cristallines peuvent être rapportées à une forme primitive très voisine de celle de l'aphthitalite; mais on obtient des symboles un peu plus simples, si l'on prend pour c une valeur trois fois plus grande, c'est-à-dire

$$a : c = 1 : 3,761 \qquad (3c = 3,852 \text{ dans l'aphthitalite}).$$

Dans les deux orientations, les formes simples observées possèdent les symboles qui suivent :

	a^1.	e^2.	$a^{\frac{9}{2}}$.	p.	e^8.	$e^{\frac{7}{2}}$.	$e^{\frac{4}{5}}$.
Orientation de l'aphthitalite.	$\{0001\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\{30\bar{3}5\}$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{30\bar{3}2\}$	$\{30\bar{3}1\}$	$\{03\bar{3}2\}$
$a:c=1:3,761$.	$\{0001\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\{10\bar{1}5\}$	$\{10\bar{1}3\}$	$\{10\bar{1}2\}$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{01\bar{1}2\}$

A l'exception du rhomboèdre p, tous les autres déterminés dans la palmiérite ne sont pas connus dans l'aphthitalite, ce qui montre que la structure cristalline des deux minéraux est différente et que l'orientation plus vraisemblable pour la palmiérite est celle avec $c = 3,761$. Avec cette orientation on prend comme fondamental un rhomboèdre de 115°7', ce qui est très rare dans les substances rhomboédriques. La combinaison $a^1 e^{\frac{7}{2}}$ de la palmiérite est assez voisine d'un octaèdre régulier.

Les combinaisons observées dans les cristaux de palmiérite sont les suivantes : 1° $a^1 a^{\frac{9}{2}}$; 2° $a^1 e^{\frac{7}{2}}$; 3° $a^1 e^{\frac{7}{2}} e^{\frac{4}{5}}$; 4° $a^1 a^{\frac{9}{2}} e^8$; 5° $a^1 e^2 p$. Cette dernière a été observée dans le cristal de la lave de 1868 que j'ai décrit en 1910 dans ma *Mineralogia vesuviana ;* les autres ont été trouvées dans les nouveaux cristaux de 1919. Dans ceux-ci, la combinaison la plus fréquente est la deuxième.

Les cristaux de palmiérite sont toujours très tabulaires suivant la base; leur épaisseur souvent n'arrive pas à $\frac{1}{100}$ de millimètre. Les cristaux englobés dans l'aphthitalite sont toujours très petits; ceux que l'on trouve libres très faiblement attachés à la roche sont un peu plus grands et ils forment souvent des groupements réguliers très élégants, qui ressemblent un peu à ceux de la glace, et qui peuvent même mesurer $1^{mm},5$ à 2^{mm} dans leur plus grande dimension. Sur les faces de la base, l'éclat est un peu nacré, vitreux sur celles des rhomboèdres. Les mesures sont assez bonnes.

Angles :	$a^1 e^{\frac{7}{2}}$.	$a^1 e^8$.	$a^1 p$.	$a^1 a^{\frac{9}{2}}$.	$a^1 e^{\frac{4}{5}}$.	$e^{\frac{4}{5}} e^{\frac{7}{2}}$.
Mesurés	77° 2′	65°14′	55°30′ env.	41° 5′	65°25′	37°41′
Calculés	77. 2	65.16	55.22	40.59	65.16	37.42
Calculés avec les constantes de l'aphthitalite	77.20	65.47	56. 0	41.39	65.47	36.53

La palmiérite nouvelle est optiquement uniaxe, négative, sans anomalies. Par la méthode de l'immersion, j'ai trouvé $\omega = 1,712$ (pour la lumière de sodium).

La palmiérite est décomposée par l'eau, même à froid, avec une très grande rapidité. Des essais chimiques ont montré qu'elle est un sulfate double de plomb et de potassium, avec très peu de sodium, comme l'avait déjà fait M. A. Lacroix, en s'appuyant sur une ancienne expérience de Berthier; j'ai préparé artificiellement la palmiérite par fusion; j'ai chauffé pendant une heure à 1000° un mélange de 5^g K^2SO^4, $7^g,5$ $PbSO^4$, 9^g Na^2SO^4 et laissé refroidir lentement la masse fondue. J'ai obtenu ainsi des belles lames, quelquefois à contours hexagonaux, optiquement uniaxes, négatives, avec $\omega = 1,71$ (Na), qu'il est aisé d'isoler, en traitant la masse refroidie avec une solution de K^2SO^4 au 2 pour 100, et en lavant ensuite les lames avec une solution de K^2SO^4 au 0,4 pour 100. Enfin les lames furent essuyées entre le papier.

L'analyse de ces lames a donné :

SO^3 33,62; PbO 47,48; K^2O 17,53; Na^2O 1,31. Somme = 99,94.

Elles répondent à la formule $(K, Na)^2SO^4 . PbSO^4$, puisque l'analyse donne

$$SO^3 : PbO : K^2O + Na^2O = 2 : 1,01 : 0,98.$$

La palmiérite représente donc le composé $K^2Pb(SO^4)^2$, dans lequel une petite partie du potassium est remplacée par le sodium; les cristaux artificiels sont formés par 90 pour 100 $K^2Pb(SO^4)^2$ et 10 pour 100 $Na^2Pb(SO^4)^2$.

Leur densité est 4,50; leur volume moléculaire 105,4, assez voisin de celui de l'aphthitalite (123). En dépit de ce fait et des remarquables relations cristallographiques dont nous avons parlé, il semble que l'aphthitalite et la palmiérite ne donnent pas de cristaux mixtes.

La palmiérite se trouve dans un échantillon englobé dans l'aphthitalite blanche, qui est accompagnée par de l'aphthitalite plumbo-cuprifère ([1]) et par de la ferronatrite. Ce dernier minéral n'avait été rencontré au Vésuve qu'en 1914 par M. Washington. Dans un autre échantillon, la palmiérite est accompagnée par de l'hématite, de l'aphthitalite, des mélanges blancs, verdâtres ou un peu jaunâtres, formés en bonne partie par de la silice, avec des sulfates et très peu de chlorures. J'y ai trouvé aussi la jarosite, minéral nouveau pour le Vésuve. Enfin j'ai encore rencontré la palmiérite avec l'euchlorine.

GÉOLOGIE. — *Le litige des déplacements de lignes de rivage devant le phénomène d'équidéformation.* Note de M. **Romieux**, présentée par M. Bourgeois.

Lorsqu'il s'agit d'interpréter les déplacements des lignes de rivage, deux doctrines opposées se heurtent : l'une veut que les terres restent immobiles et que ce soit le niveau des mers qui bouge, l'autre regarde celui-ci comme fixe et les terres comme affectées de soulèvements ou d'affaissements. Les points de départ de l'une et de l'autre sont arbitraires, car l'observation ne peut constater que des déplacements relatifs; chacune, dans ce phénomène à deux variables, nie *a priori* la variabilité que l'autre admet. De plus, l'une comme l'autre attribuent ces propriétés à une zone superficielle dont elles laissent l'amplitude verticale indéterminée, et sans se préoccuper de ce que les événements morphogéniques dont cette zone est le siège sont en liaison nécessaire avec ce qui se passe au-dessous, la mobilité des terres avec le fait de la déformation générale du sphéroïde, le niveau de l'océan avec la conformation que celle-ci donne au vase océanique.

([1]) Je montrerai dans un Mémoire plus détaillé que l'aphthitalite plumbo-cuprifère, qui s'est formée aussi au Vésuve en 1870 et dans quelques autres occasions, constitue des cristaux homogènes, et aussi des systèmes disperses solides. Au-dessus d'une certaine température, ces derniers se changent en cristaux homogènes : pendant le refroidissement, on observe généralement des phénomènes de réarrangement, mais il peut se faire qu'ils arrivent à l'état homogène jusqu'à la température ordinaire.

Le *principe d'équidéformation* permet, et *permet seul*, de rapporter les deux variables à un même terme de comparaison qui soit indépendant du phénomène de la déformation, à savoir la *surface du niveau d'équidéformation*. Car celle-ci représente à toute époque ce que serait devenu l'équiniveau lithosphérique original s'il avait pu se contracter uniformément à la demande du nouveau rayon. La déformation a obvié à ce qu'il ne le pouvait pas, en faisant passer de dessous au-dessus de lui une certaine portion de la matière lithosphérique; d'où la conception morphologique d'un déblai et d'un remblai équivolumes, moyennant substitution de la notion de volume à celle de masse ([1]). Dès lors, ce qu'on observe, c'est la différence algébrique de deux déplacements verticaux *absolus* rapportés à une origine *identique dans le temps :* déplacement du niveau libre des mers, *forcément mondial;* déplacements *régionaux*, théoriquement susceptibles d'être mondialement uniformes, des repères continentaux (lignes de rivage et systèmes de terrasses alluviales).

Associé à l'hypothèse inéluctable de la constance du volume des mers, le principe d'équidéformation veut qu'*avec toute variation infiniment petite du niveau marin dans un sens coexiste une variation du moyen relief* (rapporté au niveau d'équidéformation) *en sens contraire, et réciproquement.*

Ainsi tout changement de forme du vase océanique a pour effets :

1° Suivant ce qu'il est, descente (ou montée) absolue mondiale $\mp$ M du niveau libre;

2° Corrélativement, montée (ou descente) absolue du moyen relief, assujettie à maintenir l'égalité des volumes déblai et remblai;

3° Suivant la façon dont il infléchit les formes déclives du bloc remblai dans ses parties basses subaériennes ou néritiques, déplacements absolus régionaux et de sens non nécessairement uniformes T', T'', ... des repères continentaux.

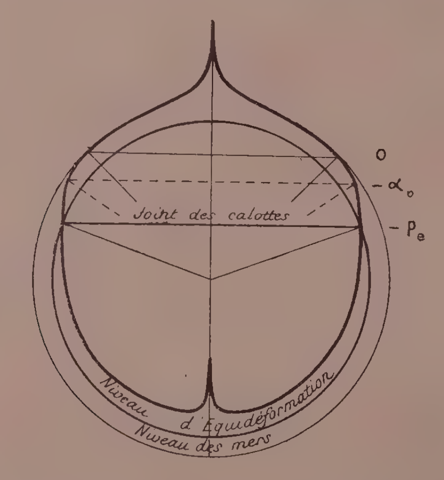
Le seul moyen d'arriver à connaître les valeurs numériques des deux premiers de ces effets serait de construire et de comparer à leur niveau d'équidéformation les courbes géhypsographiques des deux époques. C'est impossible quant au passé, quasi impraticable quant à l'avenir. Force est d'en prendre son parti : tout ce dont on dispose, ce sont les résultats d'observation $M + T'$, $M + T''$, ...

([1]) C'est cette substitution d'une équivalence géométrique à une équivalence chimico-thermo-mécanique qui rend le problème de la déformation terrestre abordable en première approximation par une loi simple (*Comptes rendus*, 23 juin 1913 et 14 février 1921).

S'ils ne présentent pas une valeur numérique uniforme, c'est que T′, T″, ... sont différents; et *cette constatation suffit à prouver la réalité de déplacements verticaux relatifs entre les voussoirs régionaux*.

Si M + T′ = M + T″ = ..., c'est-à-dire si l'observation constate que, par exemple, les systèmes de terrasses sont mondialement parallèles, c'est que T′, T″, ... ont une valeur uniforme T. Laquelle? Impossible de la savoir, pas plus d'ailleurs que celle de M. Supposer nulle soit l'une, soit l'autre, comme le font les géologues, est purement arbitraire. Tout ce qui est licite de conclure des observations, c'est l'uniformité de T. Sa possibilité est-elle susceptible de se concevoir, et comment?

De même que pour étudier l'évolution du dynamisme terrestre (*Comptes rendus*, 14 février 1921), transportons sur la sphère le schéma géhypsographique, mais cette fois sans l'équiniveler. La calotte océanique offre le profil d'une sorte de gobelet *à bords moins renflés que la sphère d'équidéformation où il s'insère*, sur lequel la calotte continentale repose et s'emboîte à la façon d'un couvercle. Or ce couvercle, sur presque toute son étendue, sauf au



centre, à partir de la crête sous-marine [— α_v environ : voir *Comptes rendus*, 23 juin (7 juillet) 1913] de sa paroi plongeante, *épouse de très près la sphère du niveau libre prolongée*. Ainsi conformée actuellement, ce schéma montre que, aux temps géologiques récents, toute cause, même régionale, de contraction du gobelet, a dû, en vertu du principe d'équidéformation, tendre à soulever la portion tabulaire du couvercle et, ce, presque parallèlement vu sa quasi-sphéricité.

Si l'on repasse du schéma au détail des formes réelles qu'il intègre, et

qu'on réfléchisse qu'il s'est agi d'absorber un surplus de volume en respectant la surampleur corticale survenue, on voit que d'un point à l'autre les variations d'amplitude d'un tel soulèvement ont dù être très faibles, sauf exceptions régionales : car pour une même surampleur, un même accroissement de volume comporte des déplacements verticaux d'autant moindres que le rapport de l'ampleur superficielle à la dénivelée correspondante est plus grand, et il était très grand, vu la conformation tabulaire d'ensemble.

Il y a donc lieu de s'attendre à ce que l'on constate, non une uniformité mondiale rigoureuse de T′, T″, ..., *mais plutôt leur presque uniformité habituelle;* à celle-ci d'ailleurs les incertitudes d'observation pourraient donner une certaine apparence d'uniformité réelle, illusion dont divers épisodes régionaux ou locaux plus intenses du phénomène souligneraient probablement par places le caractère véritable.

La méthode géhypsographique ne peut raisonner que sur les intégrales des faits concrets. Mais elle doit à cela des facultés de généralisation et une puissance d'abstraction qui la font propre à projeter des lumières et à suggérer des directives. La fécondité du principe d'équidéformation suffirait à le prouver.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Relief littoral et plateformes fluviales.* Note de M. **Jovan Cvijić**, présentée par M. Pierre Termier.

Il est peu de régions de la Terre où l'ancien relief littoral soit aussi bien développé et conservé qu'à la limite méridionale du bassin pannonien. Un certain nombre de conditions ont favorisé son maintien.

La régression des mers néogènes n'a pas été suivie de transgressions; donc, le relief littoral créé par les régressions successives n'a été ni anéanti ni comblé par des transgressions ultérieures et leurs sédimentations.

Une grande partie des rivages n'a pas été affectée par des mouvements tectoniques récents, d'âge pliocène ou diluvial, susceptibles de bouleverser les reliefs littoraux élaborés antérieurement.

Les glaciers quaternaires n'ont pas atteint le niveau du relief littoral comme par exemple sur le plateau suisse entre Alpes et Jura.

Cependant le relief littoral n'est pas également conservé dans toutes les portions méridionales du bassin pannonien. C'est dans la Serbie d'avant 1912 qu'il l'est le mieux. Il s'y observe de la gorge de Grdelica (Morava méridionale) au sud de Nisch jusqu'à Belgrade, sur 250^{km} en ligne droite. A

l'ouest de cette ligne, la zone qu'il occupe est moins large, car les montagnes dinariques se rapprochent de la plaine pannonienne. Néanmoins elle atteint 130^{km} de largeur entre Cajetina près d'Uzice et Belgrade. A l'est de la Morava, dans toute la Serbie orientale, le relief littoral prédomine; ici, dans certains anciens bassins lacustres d'âge pliocène, il est aussi intact que si le lac venait de se retirer.

Le relief littoral est aussi développé dans la Bulgarie septentrionale au nord des Balkans. La plateforme dite *de la Bulgarie du Nord*, inclinée des Balkans vers le Danube, offre en l'espèce l'exemple d'une série de terrasses d'abrasion reliées en une plateforme sous une épaisseur considérable de lœss à certains endroits. Enfouies dans cette couverture, les formes du relief littoral sont cachées en beaucoup de points.

Il est hors de doute que, dans la plastique de la Valachie et de la Moldavie, le relief littoral est de grande importance : j'ai vu en beaucoup d'endroits de Munténie des falaises et des terrasses d'abrasion.

Cependant à l'ouest de la Serbie, quoique les couches pliocènes aient été constatées par-ci par-là presque jusqu'à Ogulin, à l'ouest de Zagreb, les traits du relief littoral sont beaucoup moins bien conservés. Déjà le long de la Drina, au-dessous de Gucevo près de Loznica, les terrasses d'abrasion sont fortement inclinées par suite de mouvements tectoniques. Aux environs de Tuzla en Bosnie, les plissements s'étendent aux couches du Levantin. En Slavonie, surtout dans le bassin de Pozega où j'ai cherché les traits du relief littoral, les couches néogènes les plus récentes sont redressées presque verticalement. Le même cas se présente dans les couches néogènes à Jaska au-dessous de Plesevica en Croatie.

Bien que j'aie observé le relief littoral dans toutes les régions mentionnées, je l'ai particulièrement étudié en détail en partant de la lisière du bassin pannonique à Belgrade et en allant vers le Sud jusqu'aux hautes montagnes dinariques, car c'est là qu'il est le mieux conservé, en Chumadija au sens le plus large.

L'objet de ces études était :

1° D'identifier les séries successives du relief littoral, les anciennes terrasses d'abrasion et les anciens rivages, souvent développés en forme de falaises;

2° De découvrir les relations qui existent entre chaque groupe de formes littorales et les formes fluviales correspondantes formées en même temps : plateformes d'origine fluviale, phases du creusement successif des vallées et leurs terrasses.

Les reliefs littoraux. — Dans la région mentionnée plus haut, on constate huit séries de reliefs littoraux, c'est-à-dire de terrasses d'abrasion, avec leurs rivages ou falaises qui s'étendent successivement les unes au-dessus des autres. Elles partent de l'altitude absolue de 110^m à 120^m à Belgrade et s'élèvent jusqu'à 960^m au sud d'Uzice. Je les ai désignées d'après les régions ou les lieux où elles sont le plus développées. Ce sont, en commençant par la plus élevée :

A. Plateforme de Mackat, au-dessus d'Uzice à environ 960^m.

B. Plateforme de Metaljka entre Uzice et Kosjeric à 780^m.

C. Plateforme de Brezovac, d'après le village de Brezovac au-dessus de Vencac, au centre de la Sumadija, à environ 600^m.

D. Plateforme de Kacer, d'après la région de Kacer à 410^m-420^m.

E. Plateforme de Ripanj, d'après le village de Ripanj à 20^{km} ou 25^{km} de Belgrade, à 310^m-330^m.

F. Plateforme de Pinosava, d'après le village de Pinosava près de Belgrade à 210^m-240^m.

G. Plateforme de Belgrade, développée sur la croupe entre Save et Danube; la limite inférieure de cette terrasse d'abrasion est à la hauteur de 120^m à 140^m. Au-dessous d'elle on remarque une rupture de pente qui correspond au rivage à la hauteur de 110^m à 120^m, stade dit de *Bulbul Dere* (H.).

L'examen des détails a permis d'établir que ces sept ou huit plateformes ne sont autre chose que des terrasses d'abrasion de la mer ou des lacs pannoniens d'âge pliocène qui se sont retirés en huit temps et ont marqué leur empreinte par des traits de relief littoral.

Voici les caractères principaux de ces plateformes :

Elles sont séparées l'une de l'autre par des ruptures de pente douce ou par des abrupts qui en beaucoup d'endroits ont la forme de falaises. Près de Belgrade, les rivages sont tranchés dans les calcaires crétacés ou dans les calcaires de Leitha et du Sarmatien. Ils sont clairement indiqués. Sur les rivages se trouvent des cailloutis et des graviers littoraux; en s'éloignant de la côte commencent les argiles du Pontien, les marnes et les sables.

Dans toute la région ces rivages et falaises sont perpendiculaires au cours des rivières, donc sans aucune relation avec l'érosion fluviale.

Les terrasses d'abrasion sont souvent recouvertes de sédiments avec fossiles du Pontien. C'est en particulier le cas au centre de la Sumadija entre Kragujevac et Gorni Milanovac.

C'est donc une région typique de relief fossile lacustre et marin.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Découverte d'une flore wealdienne dans les environs d'Avesnes (Nord).* Note de M. A. **Carpentier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au sud-est d'Avesnes (Nord), Jules Gosselet a indiqué sur la carte géologique, feuille de Rocroi, des affleurements de sables et d'argiles (Aachénien, Civ). En l'absence de fossiles il était impossible d'en préciser l'âge. Deux exploitations, entreprises pour extraire des sables et des argiles à poteries, nous ont fourni récemment une série d'empreintes végétales en bon état de conservation.

L'un de ces gisements est situé au flanc de la butte de Montfaux, à l'ouest du territoire de Glageon. On y a découvert, sous une couche d'argile glauconieuse de $0^m,75$, environ 6^m de sables et grès quartzeux ferrugineux avec lits minces d'argiles à stratification entre-croisée. L'autre gisement se trouve près la halte de Féron-Glageon, au lieudit « la Tape-Jean »; c'est une poche dans le calcaire frasnien. Au-dessus de quelques mètres de sables, de grès ferrugineux avec passages argileux, on exploite actuellement de la terre à poteries sous une épaisseur de $1^m,80$; plusieurs lits sont fossilifères. Les grès ferrugineux contiennent aussi par places des débris végétaux.

La flore est en majeure partie constituée par des *Fougères* et des *Gymnospermes :*

Filicales et plantes filicoïdes : *Sagenopteris Mantelli* (Dunker); *Sphenopteris Cordai* Schenk, rare; *Gleichenites* sp., fertile, commun; *Hausmannia dichotoma* Dunker, rare; *Weichselia Mantelli* (Brongt.) Seward [1], assez rare; cf. *Tæniopteris* nov. sp.

Ginkgoales : *Ginkgoites pluripartita* (Schimper) Seward, assez rare [2]; fragments d'inflorescences mâles.

Coniferales : *Sphenolepidium Kurrianum* (Dunker) Seward, commun [3]; *Elatides curvifolia* (Dunk.) Seward; tous deux fertiles.

Il faudra ajouter à cette liste plusieurs Fougères à l'étude, des organes isolés (feuilles, écailles, cônes de *Cycadales* ou de *Coniferales*), dont l'attribution reste à déterminer.

---

(1) A.-C. Seward, *Catalogue of the mesozoic plants in the British Museum* (*The Wealden Flora*, I, 1914, p. 114).

(2) A.-C. Seward, *Fossil plants*, vol. 4, 1919, p. 27.

(3) A.-C. Seward, *Fossil plants*, vol. 4, 1919, p. 364.

Parmi nos empreintes, celles de *Gleichenites* et de *Sphenolepidium* sont les plus abondantes. Les quelques folioles, trouvées jusqu'ici, du *Weichselia Mantelli* paraissent avoir été flottées et amenées d'une localité plus lointaine que les frondes de *Gleichenites*.

Conclusions. — La flore recueillie à Féron-Glageon est d'âge *wealdien*, car elle offre plusieurs des espèces caractéristiques des dépôts wealdiens d'Europe, d'après les études de M. Seward.

La fréquence de certains *Coniferales* et des *Fougères* est un trait commun de cette flore et de la flore wealdienne de l'Allemagne du Nord, que Schenk a bien fait connaître (¹). La prédominance des Fougères la rapproche de la flore de Bernissart (Belgique), analysée par MM. Bommer et Seward (²).

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les systèmes nuageux.* Note de M. **Ph. Schereschewsky**, présentée par M. R. Bourgeois.

L'étude des aspects du ciel nous a conduit à envisager une notion nouvelle qui est celle des « systèmes nuageux ».

On a cherché pendant longtemps à rattacher les divers aspects du ciel aux particularités topographiques des cartes d'isobares. Ces efforts ont été vains. En réalité, il faut commencer par étudier les rapports des nuages entre eux, rapports des nuages existant à un même instant dans tout l'espace, et rapports des nuages se succédant dans le temps en un même lieu. On n'envisagera qu'ensuite les relations des nuages avec la pression atmosphérique. Encore faut-il se garder de rapporter exclusivement comme on l'a fait les nuages aux formes isobariques.

1° *Moyens d'étude.* — Il a été nécessaire de perfectionner l'instrument d'étude des aspects du ciel.

a. Le réseau international des stations d'observation d'avant-guerre était beaucoup trop espacé. Ses mailles laissaient échapper des phénomènes caractéristiques de l'évolution nuageuse et ne saisissaient qu'un aspect, le plus souvent grossier et trompeur. Il a fallu d'une manière générale tripler ou quadrupler le nombre des stations d'observations. L'expérience nous a conduit à prendre au moins une station pour 15000^{km^2}.

(¹) A. Schenk, *Beiträge zur Flora der Vorwelt* (*Palæontographica*, t. 19, 66 pages, 22 planches).

(²) A.-C. Seward, *La flore wealdienne de Bernissart* (*Mém. Musée Royal Hist. Nat. de Belgique*, t. 1, 1900, 33 pages 4 planches). — C. Bommer, *Contribution à l'étude du genre* Weichselia (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, t. 47, 1910, p. 296).

b. La classification internationale créée il y a un quart de siècle est devenue très insuffisante, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Il a fallu en augmenter et en modifier les termes. Un tel travail sera naturellement sujet à une révision constante au fur et à mesure que se perfectionnera l'étude des nuages.

2° *Définition des systèmes nuageux*. — L'étude du ciel se fait au moyen des cartes de nébulosité dont on complète les indications par un examen minutieux du ciel dans une station centrale. Les cartes de nébulosité s'obtiennent en traçant d'abord, à l'emplacement de chaque station, un signe conventionnel représentant l'état du ciel et les groupant ensuite dans des courbes spéciales.

Sur des cartes de nébulosité à réseau serré on peut faire les remarques suivantes :

Les aspects du ciel dans des lieux voisins ne sont pas indépendants. Par exemple, les points où il tombe simultanément de la pluie (et sous ce terme il faut se garder de comprendre les averses ou les bruines) couvrent des aires géographiques de forme généralement allongée. De plus, ces zones de pluie sont bordées d'un côté par une bande assez étroite où le ciel est couvert mais élevé; de l'autre, elles touchent à une région étendue où l'aspect du ciel est très varié : les averses et les lambeaux de ciel couvert y voisinent avec des éclaircies où la visibilité est excellente. A l'une des extrémités de l'aire pluvieuse on trouve des nuages plus bas, peu pluvieux et accompagnés de brume.

Si la carte synoptique figure une portion assez vaste de terre, on peut retrouver à quelque distance des ensembles analogues de zones pluvieuses précédées par des portions de ciel élevé et suivies par un ciel bigarré.

En examinant une carte de nébulosité tracée quelques heures plus tard, on retrouve les mêmes ensembles. Leurs parties occupent les mêmes positions relatives, mais le système complexe qu'elles constituent a subi généralement un déplacement d'ensemble. On est ainsi amené à attribuer une individualité à ces entités constituées par les ensembles de ciel couvert, de pluie et de ciel bigarré. Elles font partie de celles que nous désignons sous le nom de systèmes nuageux.

Une étude plus détaillée montre qu'il existe un autre type de système nuageux. Il se compose de diverses variétés de ciel couvert et reste presque immobile. De plus, on peut observer la transformation des systèmes mobiles en systèmes fixes.

En résumé, si l'on envisage les états nuageux observés à un même instant dans toutes les stations européennes, on peut y constituer un petit nombre

d'ensembles dits *systèmes nuageux :* systèmes mobiles, systèmes fixes ou types de transition. Dans les intervalles de ces systèmes, le ciel est soit pur, soit traversé de cirrus ou de cumulus de beau temps. Nous allons indiquer maintenant, très sommairement, les propriétés des systèmes nuageux.

3° *Description générale.* — Un système nuageux mobile comprend une nappe généralement allongée d'altitude moyenne (alto-stratus) qui se meut perpendiculairement à l'allongement. Des cirrus et cirro-stratus la précèdent. Des lambeaux d'alto-stratus la suivent. Des fracto-cumulus et des fracto-nimbus courent au-dessus d'elle. Les lambeaux d'alto-stratus dominent souvent des cumulo-nimbus. Des strato-cumulus et des cumulus bourgeonnants suivent ces lambeaux.

Les systèmes fixes sont plus symétriques : ils se composent d'un ciel couvert bas au centre, couvert haut sur les bords.

4° *Aspects successifs du ciel en un même point.* — Si les systèmes nuageux mobiles passent au-dessus d'une station, on y observera successivement leurs différentes parties et l'histoire du ciel dans la station sera pour ainsi dire la coupe dans le temps des systèmes qui auront passé au zénith. Ces observations locales sont à l'étude des systèmes ce que la courbe du baromètre en une station est à l'étude des cartes d'isobares. Bien que très insuffisantes elles ne sont pas sans intérêt et elles ont conduit à la notion de succession nuageuse, cas très particulier du concept que nous exposons ici.

5° *Les différents types de systèmes nuageux.* — Nous distinguons des variétés de systèmes mobiles d'après la nature de leurs nuages d'altitude moyenne. Chacun d'eux se rattache à un trait caractéristique de la climatologie de la France. Ce sont : les systèmes dépressionnaires, les systèmes à alto-cumulus, les systèmes orageux.

Le premier type correspond aux grandes tempêtes, le deuxième correspond au temps brumeux et le dernier aux orages. On observe naturellement des types de transition.

6° *En résumé*, les nombreux états du ciel observés à un même instant sur une vaste étendue géographique se groupent autour d'un petit nombre d'entités dites *systèmes nuageux;* ces systèmes nuageux doivent constituer un concept nouveau et essentiel de la météorologie dynamique. Dans l'intervalle de ces systèmes on ne rencontre d'autres nuages que quelques cirrus errants et des cumulus de beau temps.

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence du relief et de l'échauffement du sol sur les vents de surface.* Note de M. **Octave Mengel**, présentée par M. R. Bourgeois.

La Note de M. Guilbert ([1]) sur le rôle *exclusif* du vent de surface dans la commande des variations de la pression barométrique, rôle dont je ne conteste pas la valeur, m'incite à formuler quelques réserves sur l'emploi du complexe dénommé *vent de surface*.

J'attirerai spécialement l'attention sur le régime de ce vent dans trois stations de l'extrémité orientale des Pyrénées : Perpignan (32^m), Saint-Féliu-de-Guiscols (20^m) et Mont-Louis (1600^m). Les deux premières situées sur le littoral, de part et d'autre de la chaîne, se trouvent englobées dans la même zone de variations barométriques, en tant que soumises au même régime de hautes pressions, continentales en hiver et maritimes en été, avec régime de transition, également accusé pour l'une et pour l'autre, en automne et au printemps. La station de Mont-Louis (M. Cave) placée dans l'axe même de la chaîne n'est pas suffisamment éloignée des deux autres pour qu'on puisse la regarder comme soumise à un régime général notablement différent.

Or, je viens, par un calcul de moyennes portant sur les vingt dernières années, pour les deux stations françaises, et en m'aidant des nombres donnés par M. Patscot pour la station espagnole, de dresser sur une carte de la région, un graphique permettant la comparaison immédiate du régime et de l'amplitude des variations diurne et saisonnière de la direction du vent (le seul facteur que je considère ici) dans les trois stations.

Le graphique de Mont-Louis révèle deux particularités curieuses. D'une part, la rotation *saisonnière du vent de midi* dans le sens des aiguilles d'une montre, d'autre part la rotation *diurne du vent d'été* en sens contraire du déplacement du Soleil : le matin il souffle de l'W (remontant la vallée du Sègre); à midi du SE (remontant la vallée de la Tet); le soir du N-NE (remontant la haute vallée, vallée de l'Aude).

L'influence de la topographie et de l'exposition est ici de toute évidence.

Elle peut tout aussi bien donner les raisons des autres particularités suivantes. Dans les trois stations, le vent du matin a une direction d'entre

([1]) *Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 540.

W-NW à NW. Celui du milieu du jour est par contre notablement différent comme régime et direction, et c'est là un des résultats les plus instructifs de cette petite étude. Aux stations de plaine, les directions sont sensiblement symétriques par rapport à l'axe de la chaîne : N à NE à Perpignan, S à SE à Saint-Féliu-de-Guiscols; fait que la pratique de la navigation à voile, au droit du cap de Creus, a dévoilé depuis longtemps aux marins.

Les aéronautes ont déjà dû s'apercevoir également de cette particularité; et qui sait si les récents naufrages de l'air qui se sont produits au passage de l'extrémité de la chaîne ne seraient, en partie, imputables aux tourbillons locaux qui résultent de la transition plus ou moins brusque entre ces deux régimes? Il y aura lieu d'en tenir compte dans la discussion du projet du camp d'aviation des Pyrénées-Orientales. Dans tous les cas l'exploration de l'atmosphère par des sondages aériens s'impose au-dessus des Albères, du col du Perthus au cap de Creus.

A Perpignan le vent du soir, comme celui de la nuit et du matin, souffle du NW. A Saint-Féliu, il rétrograde simplement vers l'W par rapport à celui du milieu du jour, pour sauter pendant la nuit au N-NW. A Mont-Louis il se trouve directement opposé à celui de Saint-Féliu.

Conclusions. — De l'aperçu qui précède il semble résulter qu'en un lieu donné le vent de surface, qu'on peut dénommer le *vent géographique*, est la résultante de deux composantes : l'une dépendant de la position relative des aires de hautes et basses pressions par rapport à la station, c'est le *vent barométrique;* l'autre intimement liée à la topographie, c'est le *vent topographique* (brise, vent de vallée, etc.). La première seule de ces composantes, à mon sens, est à utiliser dans l'application des règles de M. Guilbert, principalement pour ce qui regarde la considération des vents convergents ou divergents. Dans les régions à topographie offrant de grands contrastes d'altitude, d'exposition et d'échauffement, l'influence de la composante topographique est prédominante. C'est le contraire dans les régions continentales de moyenne altitude où le vent barométrique, devenant prépondérant, et par suite sensiblement égal au vent de surface, peut théoriquement et pratiquement, conduire à la prévision du mouvement de l'atmosphère. Dans les stations maritimes ou montagneuses, voisines d'un relief profondément sculpté, de l'observation du vent de surface, il faudrait pouvoir déduire de règles locales établies au préalable la direction et la force du vent topographique. Il serait alors possible de remonter à la valeur du vent barométrique : d'où prévision réalisable par la méthode Guilbert.

Bien que la prévision par l'examen de l'évolution des noyaux de variation ou par la méthode toute récente du Bureau météorologique militaire soit d'application plus facile, parce qu'elle est plus rationnelle pour notre région pyrénéenne, je vais essayer cependant de dégager du vent géographique à Perpignan, la composante topographique. Ce sera peut-être de quelque intérêt pour la navigation aérienne.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une méthode permettant l'application, aux végétaux, du procédé biochimique de recherche du glucose.* Note de MM. **M. Bridel** et **R. Arnold**, présentée par M. L. Guignard.

Le procédé biochimique de recherche et de caractérisation du glucose a été appliqué pour la première fois, en 1920, par Bourquelot et Bridel [1].

Il est basé sur la propriété que possède l'émulsine de combiner, en solution alcoolique, le glucose à l'alcool qui le tient en dissolution. Jusqu'ici, ce procédé n'a été utilisé que pour caractériser le glucose dans des mélanges peu complexes. Le but de notre travail a été de trouver une méthode permettant de l'appliquer aux végétaux. Après de nombreux essais, nous sommes arrivés à une méthode qui nous a donné satisfaction et qui est la suivante :

On doit traiter d'abord la plante à essayer par l'alcool bouillant afin de détruire les ferments et de fixer sa composition. L'extrait alcoolique ainsi obtenu est dissous dans un volume déterminé d'eau distillée et la solution aqueuse est déféquée complètement à l'extrait de Saturne. On essore et l'on précipite le plomb dans le liquide par l'hydrogène sulfuré. Le liquide, débarrassé du sulfure de plomb, est évaporé à sec, sous pression réduite, sans dépasser $+50°$, afin d'éviter l'action hydrolysante de l'acide acétique sur les principes de l'extrait. On épuise cet extrait par l'éther acétique hydraté qui élimine un certain nombre de produits pouvant entraver, par la suite, l'action de l'émulsine ou pouvant même fausser les résultats (glucosides).

L'extrait épuisé par l'éther acétique est traité, à plusieurs reprises, à l'ébullition, par l'alcool à 95°. On doit suivre la dissolution des principes réducteurs dans l'alcool en opérant des dosages dans chaque liquide alcoolique. Généralement, les sucres passent dans le premier traitement et l'on peut limiter à trois le nombre des reprises par l'alcool à 95°. Il reste, néanmoins, toujours un peu de produits réducteurs dans l'extrait.

Les liqueurs alcooliques réunies sont distillées à sec, sous pression réduite, en présence de carbonate de calcium. L'extrait obtenu est repris, à froid, par l'alcool

---

(1) *Recherche et caractérisation du glucose dans les végétaux, par un procédé biochimique nouveau* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 631).

méthylique à 50 pour 100, en poids, en quantités variables suivant la proportion de produits réducteurs ayant passé dans l'alcool. Après filtration, le liquide est prêt pour l'essai. On y dose les sucres réducteurs et l'on y ajoute de l'émulsine dans la proportion de $0^g,50$ pour 100^{cm^3}. On abandonne le mélange vers $+ 20°$, et on l'agite au moins une fois par jour.

Tous les dix jours, on dose de nouveau les sucres réducteurs. S'il y a du glucose en solution, on constate une diminution progressive de la quantité des sucres réducteurs; puis cette diminution cesse. Cet arrêt de la réaction n'implique pas forcément que l'équilibre est atteint. Il faut avoir recours à plusieurs vérifications :

1° Renouvellement du ferment; 2° essai du ferment ayant agi; 3° addition de glucose.

1° *Renouvellement du ferment.* — On enlève, par filtration, l'émulsine ayant agi dans le liquide et l'on remet une dose d'émulsine fraîche. Quand le renouvellement du ferment n'amène aucun changement dans la quantité des sucres réducteurs, c'est que l'équilibre est atteint. Généralement, on constate que ce renouvellement provoque une reprise de la réaction, mais peu marquée et de peu de durée.

Cette seconde addition de ferment suffit pour atteindre l'équilibre. Toutefois, il a fallu, dans certains cas, procéder à de nombreux renouvellements du ferment dont l'action était paralysée dès les premiers jours de contact et qui ne donnait lieu qu'à des synthèses faibles.

2° *Essai du ferment ayant agi.* — L'émulsine qu'on a recueillie par filtration est lavée à l'alcool à 95° et séchée à l'air. On l'essaie sur une solution de glucose à 2 pour 100 dans l'alcool méthylique à 50 pour 100. On suit la marche de la réaction au polarimètre.

De cet essai on peut tirer les conclusions suivantes : Une émulsine, retirée d'un milieu où la diminution des sucres réducteurs était arrêtée ou nulle, et gardant à l'essai une vitalité très appréciable, donnait la preuve que l'équilibre était atteint dans le milieu ou qu'il n'y existait pas de glucose. Une émulsine dont la vitalité était nulle ou très fortement amoindrie indiquait que dans le milieu où elle avait agi il fallait renouveler fréquemment le ferment.

3° *Addition de glucose.* — Quand on suppose la réaction terminée, on provoque une reprise de cette réaction par dissolution, dans le liquide, d'une quantité connue de glucose qui doit se combiner dans les proportions prévues (69 pour 100).

Mais la preuve irréfutable de la présence du glucose n'en reste pas moins

l'extraction du méthylglucoside β formé dans la réaction, et son obtention à l'état cristallisé. En effet, l'émulsine des amandes renferme toujours à côté de la glucosidase β une certaine quantité de galactosidase β qui, dans les conditions de l'expérience, peut combiner, à l'alcool méthylique, une faible proportion de galactose, si ce sucre existe. Le pouvoir rotatoire du méthylglucoside β étant de $\alpha_D = -32°,5$ et celui du méthylgalactoside β étant pratiquement nul ($\alpha_D = -0°,419$), il est facile de distinguer ces deux produits l'un de l'autre.

Pour extraire le produit de la réaction, on évaporera à sec, sous pression réduite, le liquide de l'essai et l'on épuisera l'extrait par l'éther acétique hydraté et bouillant qui s'emparera du glucoside. Par concentration convenable de l'éther acétique ou par reprise à l'alcool à 95° du résidu d'évaporation de l'éther acétique, le méthylglucoside β se séparera à l'état cristallisé. On en déterminera le pouvoir rotatoire. Si la quantité obtenue est trop faible pour faire cette détermination, le méthylglucoside β peut être caractérisé, au microscope, par la forme de ses cristaux.

BOTANIQUE. — *La détermination botanique des haricots exotiques.* Note de M. **Nguyen Thanh Giung**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On cultive et l'on consomme dans les pays tropicaux les plus divers ces très petits haricots, le plus souvent verts, que les botanistes réunissent ordinairement sous le seul nom général de *Phaseolus Mungo*. Linné, cependant, avait admis deux espèces : *Phaseolus Mungo* et *Phaseolus radiatus*. Roxburgh, ultérieurement, ajouta une troisième espèce, le *Phaseolus aureus*. Mais c'est la très grande ressemblance que présentent, comme forme et comme dimensions, toutes ces graines, qui fit considérer les trois termes comme synonymes. Plus récemment seulement, en 1914, M. Piper, du Département de l'Agriculture de Washington, révisant ces *Phaseolus*, a rétabli, à côté de l'espèce *Ph. Mungo*, l'espèce *Ph. aureus* Roxb., et il regarde le *Phaseolus radiatus* L. comme l'ancêtre de ce *Ph. aureus*.

Il n'en reste pas moins difficile de distinguer trois sortes de graines aussi voisines lorsque, dans les collections notamment, elles ne sont pas accompagnées, ce qui est le cas le plus fréquent, des autres parties de la plante. Or, au cours d'une étude d'ensemble sur les téguments séminaux des Légumineuses, nous avons eu l'occasion de constater que la structure de

ces téguments offre, en général, d'une espèce à l'autre, de sensibles différences, et nous avons, dès lors, cherché à reconnaître si, d'après des caractères de cet ordre, nous ne pourrions pas séparer les graines de *Ph. Mungo* et de *Ph. aureus*.

Grâce à l'obligeance du Département de l'Agriculture de Washington, qui nous a envoyé des échantillons types, d'authenticité bien incontestable, puisqu'ils proviennent du Laboratoire où ces *Phaseolus* ont été étudiés, nous avons pu constater que cette distinction est possible.

Tout d'abord, les téguments séminaux des deux *Phaseolus Mungo* et *aureus* se séparent nettement des téguments des *Phaseolus vulgaris* et *multiflorus* par le nombre des couches qui les constituent, et qui est de trois, au lieu de cinq. D'autre part, les téguments de certains autres *Phaseolus*, tels que le *Ph. calcaratus*, ont bien également trois couches, mais l'assise sous-épidermique est très différente.

Dans le tégument de la graine de *Phaseolus Mungo*, nous trouvons, de l'extérieur vers l'intérieur :

1° Une assise épidermique formée de cellules dont la cavité cellulaire, qui contient une matière verte, est en forme de massue, cette cavité, très étroite supérieurement, devenant très large au contact de l'assise sous-épidermique ;

2° Une assise sous-épidermique, dont les cellules, qui contiennent encore une matière verte, sont en forme d'haltères à extrémités égales, ces cellules laissant toutes régulièrement entre elle des méats hexagonaux ;

3° Un parenchyme à cellules à parois minces, allongées tangentiellement, celles des dernières assises étant très aplaties.

Dans le *Phaseolus aureus*, le nombre des couches est encore de trois, mais les cellules de l'assise sous-épidermique, tout en présentant encore un étranglement médian, ne sont plus aussi nettement en haltères, car les parois latérales des cellules sont plus régulièrement concaves au lieu d'être presque droites dans la partie rentrante. Les méats, par conséquent, en section transversale, sont vaguement ovales et n'ont plus, comme dans le *Ph. Mungo*, la forme d'un hexagone radialement allongé. Enfin la présence de ces méats n'est plus aussi constante que dans le *Ph. Mungo ;* ces méats, çà et là, peuvent disparaître.

Nous basant sur ces caractères distinctifs, il nous a été possible de déterminer de nombreuses graines provenant soit du Musée Colonial de Marseille, soit d'autres musées ou jardins. Avec les lots ainsi établis nous avons été alors amené, en comparant les graines des deux catégories, à reconnaître

que, en général, celles de la première (*Ph. Mungo*) ont un tégument vert noirâtre, plus ou moins piqueté de jaune orangé, avec hile un peu saillant, tandis que, dans celles de la seconde catégorie (*Ph. aureus*), le tégument est plus uniformément vert, avec un hile non ou à peine proéminent.

Ajoutons en particulier que le *dau xanh*, ou *haricot vert*, d'Indo-Chine appartient bien, par les caractères de son tégument séminal, comme l'ont déjà reconnu morphologiquement M. Merill et M. Chevalier, au *Ph. aureus*. Nous avons trouvé dans un lot du Tonkin la structure caractéristique de cette espèce.

En même temps que toutes ces constatations confirment le bien-fondé de la séparation établie par M. Piper, elles nous montrent le parti que l'on peut tirer, dans certains cas difficiles ou douteux, de cette constitution anatomique du tégument séminal pour la détermination et le classement des graines de Légumineuses.

BOTANIQUE. — *Sur les Graphidées corticoles*. Note de M. G. Bioret, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les Lichens, de la famille des Graphidées, caractérisés par une apothécie à croissance linéaire, ou lirelle, sont presque exclusivement représentés en France par des types corticoles. La plupart des espèces, distribuées entre les trois principaux genres *Graphis*, *Opegrapha*, *Arthonia*, se rencontrent sur les écorces lisses; leur appareil végétatif, ou thalle, dit *hypophléode*, se confond plus ou moins avec les couches externes du substratum.

La structure très simple de ce thalle n'a été l'objet que de rares et fragmentaires recherches de laboratoire; les relations du thalle avec le substratum, l'influence de l'écorce sur l'allure du thalle et de la lirelle ont été de même presque complètement laissées de côté. Par ailleurs, les auteurs systématiques ont multiplié, d'après les caractères extérieurs, les noms d'espèces, de sous-espèces et de variétés.

J'ai été amené à me demander : d'une part, si le thalle, même très simple, d'un Lichen hypophléode, tel qu'un *Graphis*, ne présentait pas quelque caractère anatomique permettant de différencier une espèce d'une espèce voisine, et, d'autre part, si les nombreuses espèces, sous-espèces ou variétés des auteurs systématiques ne devaient pas leurs particularités à la nature spéciale du substratum. Je résumerai ici les principaux faits qui

ressortent de ces recherches : j'ai l'intention de les détailler et de les illustrer par des dessins dans un Mémoire prochain.

Le premier fait qui frappe, quand on étudie la structure d'un Lichen hypophléode, vivant sur une écorce lisse, c'est que le thalle tout entier est renfermé dans les couches du liège : le phelloderme sous-jacent apparaît comme impénétrable.

En second lieu, il est clair, comme l'avait déjà montré Lindau, que les éléments du thalle, hyphes et gonidies, ne s'établissent pas dans le substratum grâce à des actions perforantes ou dissolvantes : leur pénétration et leur extension dépendent de déchirures ou de décollements dus à la croissance de l'arbre ou à leur propre prolifération.

Il résulte de ces deux premiers faits que la profondeur de pénétration des éléments du Lichen, et par conséquent l'épaisseur du thalle, dépendent, en grande partie, de la structure du substratum. Dans un liège tabulaire, à parois tangentielles modérément épaisses et bien alignées, à parois normales minces, on rencontre le maximum de pénétration et de régularité dans la distribution : les fissures longitudinales des couches extérieures, produites par l'épaississement de l'arbre, ouvrent aux éléments du thalle l'accès des cellules du liège; en s'y multipliant, ces éléments provoquent l'étirement et la rupture des cloisons normales, trop minces pour résister à la traction; le liège est ainsi débité en feuillets, constitués par les parois tangentielles restant adhérentes entre elles; entre ces feuillets s'étagent les éléments du Lichen. Dans un liège mou, à parois tangentielles non alignées et de même épaisseur que les parois normales, la résistance à la traction est plus grande et la désorganisation irrégulière : en conséquence, la pénétration des éléments du Lichen est moins profonde, et leur distribution moins régulière. Le minimum de pénétration et de régularité de distribution est réalisé sur les écorces rugueuses où les tissus phellodermiques ou ligneux sont mis à nu.

La même espèce de *Graphis* peut donc présenter de grandes variations de thalle, suivant l'écorce où elle végète : l'épaisseur du thalle peut varier du simple au triple, par exemple.

Pour des raisons semblables, la forme extérieure de la tache lichénique est sous la dépendance étroite des détails anatomiques du liège. Sur une écorce lisse, cette forme est d'ordinaire celle d'une ellipse à grand axe horizontal. Les auteurs qui ont cherché l'explication de ce fait l'ont attribuée simplement à la croissance en épaisseur de l'arbre : celui-ci ne s'accroissant que dans une direction, la tache lichénique est étirée dans

cette même direction. L'explication est certainement insuffisante : pour une espèce donnée de *Graphis*, le rapport des axes de l'ellipse varie considérablement avec les diverses écorces : il peut être voisin de 1 sur l'Érable et atteindre 10 sur le Cerisier, et la variation de ce rapport n'a aucune relation avec la rapidité de croissance en épaisseur de l'arbre; mais les cellules de liège de l'Erable sont presque isodiamétriques, tandis que celles du Cerisier sont dix fois plus longues dans la direction horizontale que dans la direction verticale : la pénétration des éléments du Lichen dépendant de déchirures et de décollements, l'extension est dix fois plus rapide dans la direction où les obstacles, constitués par les cloisons, sont dix fois moins nombreuses.

La même explication vaut pour la lirelle. Celle-ci s'accroît seulement par son extrémité et le point d'accroissement est enfoncé dans l'écorce : dans un liège à cellules isodiamétriques, la direction de la lirelle est quelconque et la lirelle est sinueuse; sur le Cerisier, au contraire, toutes les lirelles sont droites, parallèles entre elles et parallèles au grand axe de la tache lichénique, qui marque la direction de moindre résistance du liège. Les espèces ou variétés créées par les auteurs, d'après des caractères semblables, *Graphis recta*, *parallela*, *Opegrapha Cerasi*, ... ne sont donc pas autre chose que des formes stationnelles.

Quand la tache lichénique est jeune et l'écorce assez facilement pénétrable, les éléments du Lichen sont complètement recouverts par des travées de liège, le thalle est lisse; mais avec l'âge, surtout sur un substratum peu pénétrable, les éléments se multipliant sur place font éclater tôt ou tard la couche recouvrante de liège : les parties externes du Lichen sont ainsi mises à nu. Le thalle, de lisse qu'il était, devient plus ou moins pulvérulent. On a créé, sur de semblables caractères, des variétés *pulverulenta*, qui n'ont pas d'autre signification que celle de formes dues à l'âge et au substratum. Le *Graphis abietina* Schar., décrit par les auteurs comme épiphléode, n'est de même qu'une forme de *Graphis scripta*, dont le thalle est pulvérulent du fait que les couches externes du liège d'*Epicea* sont friables et se réduisent en miettes.

La variation considérable que subit le thalle d'une Graphidée du fait de l'écorce rend délicate la comparaison de deux thalles d'espèces différentes : pour établir cette comparaison, il faut éliminer l'influence du substratum et s'adresser à des écorces aussi identiques que possible et même à une seule écorce : c'est la méthode que j'ai suivie pour étudier l'anatomie comparée des espèces de *Graphis*. Même dans un appareil végétatif aussi simple que

celui d'un *Graphis*, il est possible de déceler des caractères spécifiques, marqués surtout dans l'allure de la couche à gonidies : tandis, par exemple, que chez *G. scripta* les gonidies sont distribuées dans toute l'épaisseur du thalle, chez *G. dendritica*, elles forment un cordon presque superficiel, au-dessous duquel s'étend une large médulle, constituée exclusivement par des hyphes.

CYTOLOGIE. — *Fausse et vraie myogénèse chez les Copépodes pélagiques. Erreur due à la méconnaissance de péridiniens parasites cœlomiques.* Note de M. **Edouard Chatton.**

Dans un Mémoire de belle ampleur et abondamment illustré, paru en 1912, Théodore Moroff [1] a décrit un mode de formation du tissu musculaire chez divers Copépodes pélagiques, dont la connaissance était de nature à révolutionner les notions classiques relatives à la myogénèse. Il y donnait en outre une importante extension à la doctrine chromidiale, selon laquelle peuvent se former de la substance du noyau entier, ou préalablement résolu en nébuleuse, les organes les plus divers et les plus complexes de la cellule : noyaux des gamètes chez les protozoaires (Schaudinn, Goldschmidt et toute leur école), trichocystes des ciliés (Tönniges), cnidocystes des cœlentérés (Moroff), etc.

Voici brièvement résumés les faits relatés par Moroff. Chez les jeunes Copépodes pélagiques (*Paracalanus parvus, Centropages typicus, C. Kröyeri*), même chez les nauplius, il existe, à côté des muscles déjà formés, un tissu embryonnaire myogène qui, tout d'abord localisé au contact du tube digestif, en une masse sphérique plurinucléée, prolifère activement et se répand progressivement dans toute la cavité générale. A tous les stades de son développement ce tissu myogène est syncytial.

Ses noyaux diffèrent de ceux des autres tissus du Copépode. Au repos leur chromatine est divisée en fins granules entourant un nucléole central. Mais cet état est rare et la plupart d'entre eux sont en division. Les granules sont alors rangés en files convergeant vers un centre.

Celui-ci se dédouble et les files de granules forment un fuseau qui finit par se couper en son milieu.

L'auteur souligne l'analogie frappante que présentent ces figures avec celles qu'il a lui-même décrites chez les *Aggregata* (coccidies).

---

(1) *Cyto-histogenetische Studien*, 2. *Ueber die Entwickelung des Muskelgewebes bei Crustaceen* (*Zool. Jahrbücher*, *Abt. f. An. u. Ontog.*, t. 34, p. 559-620, pl. 39-41).

Au terme de cette multiplication nucléaire, ce tissu embryonnaire qui remplit toute la cavité générale est prêt à se muer en muscles. Chose inattendue : certaines de ces parties peuvent aussi se différencier en ovules, que l'on voit inclus dans le syncytium.

Les fibrilles musculaires se différencient, soit directement aux dépens des noyaux, par arrangement de leurs files de granules en disques, soit avec interposition d'un stade chromidial résultant de la dispersion des granules dans tout le plasma environnant. Cette métamorphose est si précipitée que les images en sont très rares dans les prépations. Elle est cependant totale; elle porte sur tous les noyaux du syncytium embryonnaire, et il ne s'en trouve plus aucun dans la masse musculaire qui en résulte.

Si la description et les figures de Moroff peuvent ne point suffire à convaincre les cytologistes de la réalité de cette myogénèse, elles sont pourtant assez fidèles pour me permettre d'affirmer qu'elles se rapportent toutes, non au développement d'un tissu propre aux Copépodes, mais à l'évolution dans leur cœlome de plasmodes de péridiniens parasites, les *Syndinium* que j'ai fait connaître ici même en 1910 (1), et dont j'ai donné l'étude détaillée en 1919 (2).

Le jeune syncytium embryonnaire accolé au tube digestif n'est autre que le jeune plasmode, tel que je l'ai figuré dans ma monographie. La structure et le mode de cinèse de ses noyaux ne laissent aucun doute quant à sa nature syndinienne. L'envahissement total de la cavité générale du Copépode est la conséquence constante, fatale, de la prolifération du parasite. La présence de fibres musculaires et d'ovules dans le plasmode s'explique par l'infiltration de celui-ci dans tous les interstices des tissus et par la désagrégation qu'il détermine dans leur masse.

Là où Moroff voit la transformation du plasmode en muscles, se place dans la réalité sa résolution en spores. Loin de diffuser, la chromatine se condense, les granules se tassent, les files deviennent des filaments, des chromosomes très nets, qui s'agencent en candélabres à dix branches, que j'ai figurés. Chacun de ces noyaux est le centre de formation d'une spore gymnodinienne. Moroff lui-même a assisté, à son insu, au début de ce phénomène. La figure qu'il donne d'un Copépode plein du plasmode, correspond au stade d'individualisation des spores, reconnaissable à l'orientation des noyaux en files.

Après la mise en liberté de ces spores, le Copépode est mort, il est réduit à un sac de chitine. Toute cette évolution a été déjà relatée en détail dans ma Note de 1910.

Je ne veux point analyser ici toutes les causes de l'erreur commise, ni

(1) *Sur l'existence de dinoflagellés parasites cœlomiques. Les* Syndinium *chez les Copépodes pélagiques* (*Comptes rendus*, t. 102, 1861, p. 654-656).

(2) *Les péridiniens parasites. Morphologie, reproduction, éthologie* (*Archives de Zool. expér. et gén.*, t. 59, p. 1-475, pl. 1-18).

exposer les raisons de ne point s'égarer, que l'auteur aurait pu trouver dans ses préparations mêmes. On me permettra cependant deux commentaires : l'un de méthode, l'autre de doctrine.

Si l'auteur n'avait mis en œuvre du matériel fixé, sans l'avoir préalablement étudié sur le vif, la sporulation des plasmodes ne lui aurait point échappé. Ne lui aurait point échappé non plus cet objet exceptionnellement favorable à l'étude de l'histogénèse musculaire qu'est entre sa quatrième et sa cinquième mue, le mâle du *Paracalanus parvus*, de l'une des espèces mêmes qu'il a étudiées.

Il se produit chez lui à ce moment, en relation avec la maturation de ses produits génitaux, une prolifération de son tissu musculaire telle que celui-ci envahit en très peu de temps toute la cavité générale, et provoque la régression du tube digestif. C'est un phénomène de même ordre que celui que l'on observe dans l'épitoquie des annélides polychètes. Je l'ai signalé brièvement dans mon Mémoire de 1919 comme cause possible d'erreur dans l'étude des parasites de la cavité générale des Copépodes pélagiques. Moroff l'a ignoré. Aucune partie de son étude ne peut s'y rapporter.

Le Mémoire de Moroff participe d'un ensemble de travaux qui ont tiré leur origine de la doctrine chromidiale et qui n'ont eu comme raison d'être que sa vérification, ce qui n'en est point à mes yeux une justification. Issue d'observations exactes, d'une signification très précise, mais par là même très limitée, la notion de chromidies (R. Hertwig) fut ensuite inconsidérément étendue. De par la nature même de son objet, qui est le contraire de toute structure définie, elle a introduit en cytologie et en protistologie une tolérance technique et critique telle qu'une image défectueuse dans une préparation insuffisante, une lacune documentaire, une faute de contrôle peuvent donner l'illusion d'une découverte.

HISTOLOGIE. — *Sur un prétendu tissu interstitiel dans le testicule des Batraciens Urodèles.* Note de M. Charles Pérez, présentée par M. L.-F. Henneguy.

Dans une Note récente (¹) M. Christian Champy étudie le cycle saisonnier d'un tissu prétendu interstitiel dans le testicule des Tritons;

(¹) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 482.

l'auteur renvoie à un travail antérieur (¹), où il a signalé l'observation de ces éléments endocrines comme une découverte originale.

Je crois utile de faire remarquer que, dès 1904, j'ai, par une Communication à la Société de Biologie (²), à la fois fait connaître l'existence de ce tissu particulier, et décrit son mode de genèse, qui permet de définir sa signification morphologique,

Le testicule des Batraciens Urodèles est contitué, comme on sait, non de tubes séminifères, mais de lobules globuleux appelés *cystes*, séparés les uns des autres par de minces travées conjonctives, et délimités chacun par une couche enveloppante, de signification folliculaire, à l'intérieur de laquelle se fait l'évolution des cellules sexuelles. Après la période génitale, toute une région du testicule subit un processus d'atrophie particulier, que la captivité et le jeûne peuvent rendre plus manifeste, et qui consiste essentiellement en une phagocytose du contenu spermatique de certains cystes par les cellules de l'enveloppe folliculaire. Celles-ci se gonflent vers la cavité du cyste, qu'elles envahissent peu à peu, en englobant les spermatozoïdes pelotonnés sur eux-mêmes par une sorte d'agglutination; tout d'abord parfaitement reconnaissables, les spermatozoïdes sont peu à peu fragmentés, puis désagrégés.

On peut observer, par exemple, des vésicules prenant les colorants plasmatiques qui, comme une ampoule soufflée sur un tube de verre, s'intercalent sur le trajet d'un filament chromatique représentant un tronçon de tête, ou se renflant comme une tête d'épingle à l'extrémité de ce tronçon. Ce sont évidemment là des signes de digestion intra-cellulaire; et cette digestion des spermatozoïdes donne naissance aux inclusions diverses, lipoïdes, grasses, etc. qu'on observe dans le tissu phagocytaire, qui peu à peu se substitue au cyste résorbé. Dans les stades avancés de cette atrophie, les cystes résorbés, considérablement réduits de taille, bourrés de graisse, ont en effet un aspect de glande close, qui pourrait en imposer à un observateur non prévenu; mais il suffit d'avoir suivi pas à pas les étapes de la transformation pour être bien convaincu qu'il s'agit uniquement là d'un tissu dérivant directement de l'enveloppe folliculaire des cystes, et dont la signification morphologique est par suite clairement définie. On peut

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, t. 74, 1913, p. 367.

(²) Ch. Pérez, *Résorption phagocytaire des spermatozoïdes chez les Tritons* (*C. R. Soc. Biol.*, t. 56, 1904, p. 783).

d'ailleurs parfois déceler encore par-ci par-là une inclusion chromatique, sous forme d'un filament pelotonné, fragment de spermatozoïde non encore digéré et qui marque indubitablement l'origine du tissu. Ultérieurement ces lobules bourrés de réserves sont colonisés par de nouvelles spermatogonies primitives, à noyau lobé polymorphe, qui donneront, à leur place, naissance à de nouveaux cystes, en voie d'évolution progressive.

On voit que, par sa genèse, le tissu d'aspect endocrine du testicule des Urodèles fait en réalité partie intégrante du cycle évolutif de la partie germinale de la glande sexuelle; il n'a donc rien de commun avec le tissu que, dans le testicule des Mammifères, on a appelé *interstitiel* parce qu'il est précisément insinué dans les intervalles des tubes séminifères. L'emploi d'une même désignation pour deux formations morphologiquement si différentes me paraît ne pouvoir entraîner que des confusions regrettables.

PHYSIOLOGIE. — *Foie, plasma sanguin et sucre protéidique.* Note de MM. **H. Bierry** et **F. Rathery**, présentée par M. E. Roux.

Les travaux de Cl. Bernard ont non seulement mis en lumière une fonction remarquable du foie qui est de fabriquer le sucre, mais ont révélé un rôle capital du sang qui est de contenir et de transporter ce sucre, dont la présence se maintient à travers les régimes et jusque dans l'inanition elle-même.

Le *glycogène* représentait, pour Cl. Bernard, la seule forme sous laquelle les hydrates de carbone s'incorporent aux tissus, et était par suite la source unique du glucose sanguin. Cependant, à divers états, chez l'animal — inanition prolongée, diabète — le glycogène du foie, en particulier, peut faire totalement défaut, alors que le sang peut conserver une teneur élevée en glucose. Il y a là un point encore obscur qui nous a engagé à vérifier une hypothèse, soulevée autrefois par Pavy, concernant un apport en sucre possible par les albumines hématiques.

Les recherches relatives à l'élaboration ou à la disparition des matières sucrées, dans les divers organes de l'économie, doivent reposer sur une détermination exacte de ces substances, dans le plasma, à l'entrée et à la sortie de l'organe. Or, on ne considère généralement qu'une substance hydrocarbonée, le *sucre libre;* il existe cependant une deuxième forme de la matière sucrée dans le plasma, ainsi qu'il ressort des recherches de l'un de

nous avec L. Fandard, puis avec A. Ranc, qui peut être égale ou nettement supérieure en quantité à la première, le *sucre protéidique ;* de sorte que si l'on veut faire l'inventaire des matières hydrocarbonées du sang, il faut évaluer non seulement le sucre libre, mais encore le sucre protéidique.

De ce point de vue nouveau, nous avons tout d'abord entrepris l'étude du plasma sanguin à l'entrée et à la sortie du foie. Nous avons dans de premières recherches comparé, en ce qui concerne la teneur en sucre, le plasma sus-hépatique aux plasmas de la veine porte, de la veine fémorale et au plasma artériel, et nous avons constaté, touchant le plasma sus-hépatique, d'une part une teneur plus grande en sucre libre, et d'autre part une teneur plus faible en sucre protéidique, par rapport aux autres plasmas prélevés simultanément. C'est ainsi que si les chiffres du sucre libre et du sucre protéidique des divers plasmas oscillent respectivement autour de 1^{g} pour 1000^{cm^3} de ces plasmas, le taux du sucre libre du plasma sus-hépatique correspondant dépasse 2^{g}, tandis que le taux du sucre protéidique peut descendre jusqu'à $0^{g},35$ par litre.

Nous avons été amenés à penser qu'il y a, au niveau du foie, un remaniement du plasma sanguin et une mise en liberté du sucre protéidique. En effet, les différences constatées sont au moins de l'ordre de grandeur de celles, trouvées par Chauveau, entre le sucre du sang artériel se rendant au muscle et celui du sang veineux correspondant.

Voulant serrer le problème de plus près, nous avons dosé concurremment dans les divers plasmas : l'eau, le sucre libre, le sucre protéidique et les albumines. Étant donné que le sucre protéidique entre dans la constitution moléculaire des albumines du plasma, il nous a semblé que le rapport de ce sucre protéidique à la teneur en azote de ces protéines :

$$\frac{\text{N protéidique}}{\text{S protéidique}} \quad \text{ou} \quad \frac{N_p}{S_p},$$

teneur qui sert à évaluer globalement ces substances, serait particulièrement instructif dans cette étude des divers plasmas.

Expériences. — Nous avons opéré sur de très gros chiens (25^{kg} à 30^{kg}) à jeun depuis 24 ou 48 heures. Les animaux étaient anesthésiés dans la plus stricte limite; on faisait alors une laparotomie. On prélevait très rapidement et simultanément, le matériel étant préparé d'avance et les intestins maintenus par des compresses chaudes, du sang à la veine fémorale, à la mésentérique supérieure, et à une veine sus-hépatique. Deux ligatures placées au dernier moment, l'une en amont, l'autre en aval des veines sus-hépatiques, permettaient d'éviter un reflux du sang du cœur droit, des

veines diaphragmatiques, et de la veine cave inférieure. On s'assurait à l'autopsie que les ligatures avaient bien été opérantes.

Le sang, reçu au sortir des vaisseaux dans le fluorure de Na était centrifugé immédiatement. On évaluait ensuite l'eau, le sucre libre, le sucre protéidique (par des méthodes dejà décrites par l'un de nous et L. Fandard) et les protéines. Les dosages d'azote étaient faits par la méthode de Kjeldhal (destruction en présence de SO^4Cu et SO^4K^2; distillation de l'ammoniaque à l'appareil de Schlœsing).

Résultats. — Voici, rapportés à 1000^{cm^3} d'eau, quelques résultats concernant les plasmas sus-hépatique et porte, et relatifs au sucre protéidique et au rapport $\frac{N_p}{S_p}$:

	Plasma sus-hépatique pour 1000^{cm^3} d'eau.		Plasma porte pour 1000^{cm^3} d'eau.	
	Sucre protéidique.	$\frac{N_p}{S_p}$.	Sucre protéidique.	$\frac{N_p}{S_p}$.
	g		g	
Chien n° 2...........	0,37	13,3	1,22	7,3
— n° 5...........	0,93	11	1,23	8,2
— n° 6...........	0,61	13,5	1,10	8,3

Conclusions. — De ces recherches, concernant la teneur en eau, en sucre libre, en sucre protéidique, en protéines, en azote protéique, et le rapport $\frac{N_p}{S_p}$ des divers plasmas : sus-hépatique, porte, etc., nous nous croyons autorisés à conclure que le plasma sanguin subit dans le foie un remaniement qualitatif et quantitatif, et qu'il se fait, en particulier dans cet organe, une libération de sucre aux dépens des protéiques plasmatiques. Étant donnée la circulation intense qui se fait à travers le foie (des centaines de litres de sang par 24 heures), une mise en liberté de sucre, de l'ordre signalé, doit avoir un grand retentissement pour l'organisme.

Il y a là, croyons-nous, une fonction importante du foie qui n'avait pas encore été signalée.

PHYSIOLOGIE. — *Tapis roulant pour l'étude de la marche et du travail.* Note de M. J.-P. Langlois, présentée par M. Charles Richet.

Le tapis roulant que nous avons installé est un perfectionnement de l'appareil établi par Bénédict dans le laboratoire de Washington. Sa construction est moins onéreuse, il peut donner des vitesses variant de 2^{km} à 26^{km} à l'heure, et surtout il est susceptible d'offrir une pente variable permettant l'étude de la montée et de la descente à des vitesses différentes.

Il consiste essentiellement en un tapis de cuir sans fin, entraîné par un moteur, selon le système des tapis roulants des grands magasins, avec toutefois la différence que ce tapis glisse en sens contraire de la marche, ayant pour but, non d'aider la progression de ceux qui l'utilisent, mais bien de maintenir en place un sujet qui marche.

La longueur totale du tapis est de 8^{m} et sa largeur de 60^{cm}; il est tendu entre deux poulies de bois de 52^{cm} de diamètre, l'une fixe, l'autre folle, distantes de 3^{m},18 d'axe en axe; sa longueur utilisable est de 2^{m},80 environ, ce qui permet d'y faire marcher deux hommes portant un brancard. La tension du tapis est réglable au moyen de deux vis qui agissent sur la poulie folle pour l'écarter ou la rapprocher de l'autre. Entre les deux poulies, le tapis glisse sur un plancher de chêne soigneusement poli et talqué, qui remplace les rouleaux en tubes d'acier de l'appareil de Bénédict. La poulie fixe est calée sur un arbre qu'entraîne le moteur par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse. Le tout est naturellement solidement encastré dans un bâti métallique en fer à T entretoisé.

L'inclinaison variable de tout l'ensemble constitue un important perfectionnement. L'arbre sur lequel est calée la poulie fixe dépasse le bâti et est monté sur deux paliers scellés dans le sol; c'est autour de cet arbre qu'oscillera tout l'appareil quand on élèvera l'autre extrémité. Le système élévatoire est simple : deux fortes chaînes sont boulonnées sur l'extrémité du bâti et passent sur les pignons d'un treuil scellé dans le mur 3^{m} plus haut. Au bout de chaque chaîne pend un contrepoids de 80^{kg}, qui contre-balance en partie le poids de l'appareil soulevé. L'extrémité mobile du bâti porte un gros ergot qui glisse dans un fer en U servant de guide. L'appareil, même levé, conserve donc une stabilité parfaite.

L'inclinaison maxima peut atteindre 35^{cm} par mètre; l'adhérence du pied sur le tapis est, à ce moment, à peine suffisante pour maintenir le sujet. Le mouvement est donné par un moteur électrique de 5 HP. Ne disposant du courant monophasé de 42 périodes sous 110 volts de tension, il était très difficile de modifier considérablement la vitesse d'un moteur. On a dû recourir, pour obtenir les variations de vitesse nécessaires, au décalage des balais. Ce dispositif présente un grave inconvénient : on est obligé de partir en grande vitesse et de ralentir peu à peu jusqu'à la vitesse voulue.

Deux petites banquettes, fixées sur le bâti à droite et à gauche du tapis, permettent au sujet de ne commencer à marcher qu'au moment où la vitesse convenable est atteinte. Enfin un dispositif de sécurité permet d'arrêter instantanément l'appareil en tirant en arrière la rampe droite qui agit sur un disjoncteur.

Un ventilateur disposé à l'avant ou à l'arrière du marcheur permet, d'autre part, d'atténuer les erreurs dues au déplacement de l'air et d'étudier l'influence de la vitesse du vent sur les réactions du sujet.

Pour étudier les échanges respiratoires, le sujet porte un masque Tissot modifié, communiquant avec un spiromètre enregistreur, l'échantillonnage se faisant en dérivation.

La pression artérielle est prise pendant la marche avec l'oscillographe de Pachon contrôlé par des mesures au Riva Rocci et au Vaquez. La tempéra-

ture sera observée avec une sonde thermo-électrique dont le réglage n'est pas terminé.

L'objection la plus grave qui ait été faite à ces appareils est que le sujet marchant sur le tapis ne progresse pas et surtout ne monte pas, si le tapis est incliné, il n'y a pas déplacement d'un point à un autre. Cette objection peut être réfutée par le calcul comme elle l'est par l'expérience.

En vertu du principe d'inertie, on ne change rien aux forces d'un système si l'on ajoute à l'ensemble de ce système un mouvement de translation à vitesse constante, c'est-à-dire un mouvement correspondant à l'équation $X = A + bt$ dont la vitesse $\frac{dx}{dt} = b$ et dont l'accélération γ dérivée seconde est $= 0$.

On a donc le droit de supposer le trottoir et son passager entraînés d'un mouvement de translation uniforme d'ensemble, ayant pour effet d'annuler la vitesse de la partie supérieure du trottoir sur laquelle marche le sujet ; il en résulte que ce dernier sera entraîné précisément avec cette vitesse de translation uniforme, c'est-à-dire que tout se passe pour lui comme s'il marchait sur un trottoir immobile en progressant réellement, avec une vitesse uniforme, dirigée dans le sens inverse de celle qui est donnée effectivement au tapis. Le même raisonnement peut être appliqué à la montée.

Les nombreuses observations de Bénédict en marche horizontale, les nôtres encore peu nombreuses en marche horizontale ou avec pente de 5 à 20 pour 100, démontrent que les résultats obtenus concordent avec ceux des observateurs travaillant en marche sur piste fixe. Et même les observations du professeur Waller, les premières faites sur cet appareil, indiquent un chiffre de dépense plus élevé que sur piste fixe, mais ceci s'explique facilement, les premières marches sur le tapis roulant surprennent le marcheur, qui a besoin d'une adaptation.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Hémoprévention et hémovaccination anti-aphteuses.* Note de MM. **H. Vallée** et **Carré**, présentée par M. Leclainche.

Les propriétés spécifiques du sang des Bovidés guéris de la fièvre aphteuse ont été mises en évidence, depuis de longues années déjà, par Löffler et Frosch, Perroncito, Roux, Nocard, Carré et Vallée.

Devant l'impossibilité d'obtenir en quantité suffisante des sérums antiaphteux efficaces, divers auteurs furent tout naturellement conduits à utiliser, dans la lutte contre la redoutable épizootie, le sang ou le sérum d'animaux guéris (Perroncito, Kuypers, Beijers, Broersma, Aukema, Lebailly, Desliens, etc.).

Entièrement satisfaisants pour les uns, des plus discutables pour les autres, les résultats rapportés dans les diverses publications françaises ou étrangères devaient être comparés, opposés entre eux, soumis aussi à un contrôle expérimental.

Reprenant nos premiers travaux, poursuivis avec Nocard et Roux dès 1902, nous formulons aujourd'hui une opinion ferme sur la valeur de la méthode et les conditions de son utilisation. La voici sommairement résumée :

I. De même que les producteurs expérimentaux de divers sérums thérapeutiques, les bovins guéris de fièvre aphteuse ne fournissent point tous, à conditions égales d'infection, des sangs également actifs.

Il est donc nécessaire, dans le but de régulariser les résultats de l'hémothérapie, d'utiliser dans la plus large mesure possible un mélange homogène de sangs citratés empruntés, à tout un groupe d'animaux, du *douzième au quinzième jour après l'éruption vésiculeuse*. On n'utilisera dans aucun cas le sang recueilli chez un seul convalescent, si grave qu'ait pu paraître l'infection qu'il a subie. Il y a lieu d'ailleurs, dans l'appréciation de la gravité de l'évolution de la maladie, chez un malade, de ne point confondre ce qui revient à l'infection proprement dite et ce qui relève de complications diverses survenues sur les lésions de sortie du virus.

II. Additionné d'un antiseptique, le sang citraté peut être conservé au frigorifique à $+1^\circ$ durant au moins trois mois sans rien perdre de ses qualités utiles.

III. En aucun cas, la dose employée, quelle que soit l'espèce animale traitée, ne sera inférieure à 1^{cm^3} de sang par kilogramme du poids vif à protéger [1].

IV. Les conditions ci-dessus précisées étant satisfaites, les injections de sang citraté provenant d'animaux guéris se révèlent très régulièrement

---

(1) Nous avons signalé déjà, en 1903, que la dose efficace de sérum provenant d'animaux guéris oscille entre 500^{cm^3} et 1000^{cm^3} (*Revue générale de Médecine vétérinaire*, t. 1, 1903, p. 372).

pourvues de qualités préventives entières, qui permettent aux animaux qui en bénéficient de résister victorieusement, tant à la contamination naturelle qu'à l'inoculation sous-cutanée de doses massives de virus aphteux (lymphe virulente, $\frac{1}{20}$ de centimètre cube; sang virulent, 5^{cm^3} et 10^{cm^3}).

V. La durée de l'immunité conférée n'excède pas 15 jours dans la plupart des cas. Elle peut être prolongée de temps égaux à la faveur d'une seconde ou d'une troisième injection effectuées dans les mêmes conditions que la première.

VI. Seuls sont prémunis les sujets encore indemnes au moment de l'injection préventive. Pratiquée au cours de l'incubation de la maladie, l'injection de sang d'animaux guéris n'entrave en rien la marche de l'infection qui, cependant, évolue sous une forme d'apparence plus bénigne.

Si fructueuse que puisse être l'utilisation pratique de l'hémoprévention, surtout pour l'infaillible conservation des jeunes sujets, elle demeure d'un intérêt limité au regard du bénéfice qu'on peut attendre d'une méthode susceptible de conférer aux organismes à protéger une résistance d'une plus longue durée.

Les tentatives réalisées dans ce but par Löffler, Nocard, Roux et nous-mêmes, Cosco et Aguzzi, etc., sont bien connues. La plupart d'entre elles tendaient à des essais de séro-vaccination.

Nous avons repris nos recherches en ce sens en utilisant le sang issu d'animaux guéris, diversement associé au virus aphteux, représenté soit par des lymphes aphteuses ou des broyages d'épithéliums filtrés sur bougie, soit, de préférence, par du sang virulent défibriné.

Sous le couvert d'une injection de sang d'animaux guéris, effectuée dans les conditions ci-dessus précisées, on peut impunément inoculer aux bovidés et au mouton des doses de 1^{cm^3} à 10^{cm^3} de sang virulent, soit au moment même de l'injection du sang préventif, soit 5 jours plus tard.

Les animaux ainsi traités, éprouvés (alors qu'ils ont en toute certitude éliminé le sang par eux reçu à titre préventif) soit par contact avec des malades, soit par aphtisation, résistent à l'infection. En dehors du laboratoire, ils traversent sans dommage toute une épizootie sans contracter la maladie.

Des expériences en cours établiront la durée de l'immunité ainsi conférée, sa valeur au regard des virus aphteux de races ou d'activités diverses, et s'il convient de donner la préférence à l'inoculation simultanée du sang d'animaux guéris et du virus, ou aux inoculations successives de l'un et de l'autre.

En exécution des décisions de la Conférence internationale pour la lutte contre les épizooties, récemment ouverte à Paris, il nous a paru indiqué de livrer, sans plus de délai, des conclusions qui portent sur des centaines d'animaux, au contrôle des expérimentateurs chargés, en divers pays, de l'étude de la fièvre aphteuse.

MÉDECINE. — *La chronaxie dans la dégénérescence Wallérienne neuro-musculaire, chez l'homme.* Note (¹) de M. GEORGES BOURGUIGNON, transmise par M. d'Arsonval.

L. Lapicque appelle *Chronaxie* le temps de passage du courant nécessaire pour obtenir le seuil de la contraction avec une intensité double de celle qui donne le seuil avec une fermeture prolongée de courant constant (courant de piles ou d'accumulateurs) : ce seuil est appelé *Rhéobase*. La chronaxie caractérise l'excitabilité.

Si la résistance du circuit est connue, on peut mesurer la chronaxie à l'aide des décharges de condensateurs.

A l'aide des décharges de condensateurs, j'ai réussi à mesurer la chronaxie à travers les téguments et j'ai donné la valeur de la chronaxie normale des muscles squelettiques de l'homme et leurs nerfs, et ses lois (²). Depuis, j'ai simplifié la technique (³). Des recherches de contrôle avec le pistolet de Weiss ont confirmé l'exactitude de la méthode (⁴).

En appliquant à la dégénérescence Wallérienne neuro-musculaire la mesure de l'excitabilité par la chronaxie, j'ai obtenu des résultats qui ont été consignés dans le pli cacheté déposé le 9 octobre 1916 et que je viens de faire ouvrir.

Mes recherches actuelles ont porté sur 400 sujets, dont 330 blessés de guerre, qui réalisaient de véritables expériences, et ont confirmé mes premiers résultats.

Les lésions des nerfs périphériques s'accompagnent de dégénérescence des muscles. Quand les muscles striés dégénèrent, leur contraction, normalement vive, se ralentit et devient d'abord galvanotonique (contraction tonique pendant le passage du courant constant) avec début brusque, puis franchement lente.

(¹) Séance du 30 mai 1921.

(²) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 956, et t. 163, 1916, p. 68; *Bull. Soc. Biol.*, 17 juin et 1er juillet 1916.

(³) *Bull. Soc. Biol.*, 30 avril 1921.

(⁴) G. BOURGUIGNON et H. LAUGIER, *Bull. Soc. Biol.*, 5 mars 1921.

On dit que la dégénérescence est totale quand il y a inexcitabilité par le nerf, et partielle quand l'excitation par le nerf est encore possible.

I. *Dégénérescence totale.* — La chronaxie est sensiblement la même quelle que soit la région du muscle excitée et dépasse rapidement $0^s,01$. Elle peut atteindre $0^s,07$. (Les chronaxies normales de l'homme sont comprises entre $0^s,0001$ et $0^s,0007$ suivant les muscles.) La contraction devient lente.

II. *Dégénérescence partielle.* — A l'état normal, la chronaxie est sensiblement la même sur le nerf, au point moteur du muscle (point de pénétration du nerf dans le muscle) et par excitation longitudinale (électrode active placée sur le tendon ou à l'union du tendon et du muscle).

Mes expériences sur la dégénérescence partielle caractérisée (3 semaines à 6 mois après la blessure ou le début de la maladie) par excitation avec le pôle négatif, ont donné les résultats suivants :

1° La chronaxie est différente suivant le siège de l'excitation : sur le nerf elle reste normale ou s'élève un peu : la contraction par le nerf est vive.

Par excitation longitudinale la chronaxie est grande : la contraction est galvanotonique avec début brusque, ou franchement lente.

Au point moteur du muscle, la chronaxie est intermédiaire aux deux précédentes et se rapproche davantage de celle du nerf ou de celle de l'excitation longitudinale, suivant la forme de la contraction.

La chronaxie de la contraction vive est normale ou légèrement augmentée, sans jamais dépasser 15 fois la valeur normale.

La chronaxie du galvanotonus à début brusque est toujours supérieure à 15 fois la valeur normale et inférieure à $0^s,01$.

La chronaxie de la contraction lente dépasse toujours 50 fois la valeur normale (au moins $0^s,01$) et peut augmenter jusqu'à $0^s,07$.

2° Dans certains cas favorables, on peut prendre successivement, au point moteur, la chronaxie d'une contraction vive et la chronaxie d'une contraction lente.

3° En faisant le rapport du temps utile (temps minimum de passage du courant donnant le seuil avec la même intensité que la fermeture du courant continu) à la chronaxie, on trouve un rapport plus grand qu'à l'état normal.

Si au lieu de mesurer directement la chronaxie on la calcule en cherchant le seuil avec deux capacités différentes, grandes (1^{mf} à 4^{mf}) ou petites ($0^{mf},1$ à $0^{mf},5$), on trouve une chronaxie répondant au temps utile avec les grandes capacités, et une chronaxie répondant à la chronaxie mesurée directement avec les petites capacités.

Ces faits montrent que le muscle en dégénérescence partielle n'est pas homogène. Il n'a pas *une chronaxie*, mais au moins *deux chronaxies*, et il est composé de fibres vives et de fibres lentes. Le terme *partielle* doit s'entendre comme désignant la répartition de la lésion à *une partie des fibres*, et non le degré de la lésion.

Conclusions. — 1. Le muscle en dégénérescence totale est *homogène*, composé exclusivement de fibres lentes.

2. La contraction restée vive a une chronaxie ne dépassant jamais 15 fois la valeur normale. C'est ce qu'on trouve aussi bien dans le début de la dégénérescence que dans les atrophies réflexes.

Le galvanotonus a une chronaxie comprise entre 15 fois la normale et moins de $0^s,01$; elle oscille en général entre $0^s,001$ et $0^s,008$. La contraction lente a une chronaxie comprise entre $0^s,01$ et $0^s,07$.

3. Le muscle en dégénérescence partielle est *hétérogène*. Il n'a pas une chronaxie, mais au moins deux chronaxies, et est composé d'un mélange de fibres vives et fibres lentes.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1921.

Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Office central de faunistique. *Faune de France*. I : *Echinodermes*, par R. Koehler. Paris, Paul Lechevalier; 1 vol. 23^cm^. (Présenté par M. Bouvier.)

Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois, par des Pères de la Compagnie de Jésus. Tome VI. Premier Cahier : *L'herbier de Zi-ka-wei. Herborisations dans le Kiang-sou en* 1918. Chang-Haï, Imprimerie de la Mission catholique, 1920; 1 vol. 43^{cm}. (Présenté par M. H. Lecomte.)

Bibliothèque de culture générale. *Histoire de la formation du sous-sol de la France. Les anciennes mers de la France et leurs dépôts*, par Léon Bertrand. Paris, Ernest Flammarion, 1921; 1 vol. 19^{cm}. (Présenté par M. Pierre Termier.)

Atlas météorologique de Paris, par Joseph Lévine. Paris, Gauthier-Villars, 1921; 1 vol. 34^{cm}. (Présenté par M. Bigourdan.)

Nouveau traité des eaux souterraines, par E.-A. Martel. Paris, Doin, 1921; 1 vol. 24^{cm}.

Actes du Muséum d'histoire naturelle de Rouen. *Discours sur l'évolution des connaissances en histoire naturelle*, par Georges Pennetier. IVe Partie, XVIIIe-XIXe siècles. Botanique. Rouen, Imprimerie administrative de la ville, 1917. 1 vol. 24^{cm}.

Programme général des études de physique et de mécanique intéressant le Service technique de l'Aéronautique. Ministère des Travaux publics. Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique et des Transports aériens. Service technique aéronautique. 1 fasc. 31^{cm}.

Précis de médecine légale, par A. Lacassagne et Étienne Martin. Paris, Masson et Cie, 1921; 1 vol. 19^{cm}. (Présenté par M. Widal.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

—

(Séance du 9 mai 1921.)

Note de M. *St. Procopiu*, Sur la biréfringence électrique des Liqueurs mixtes et la structure cristalline :

Page 1174, ligne 9, *au lieu de* 555ᵍ par litre, *lire* 55ᵍ par litre.

(Séance du 30 mai 1921.)

Note de M[lle] *Wolff*, Sur le furfuralcamphre et quelques-uns de ses dérivés :

Page 1359, lignes 5, 15, 18 et note (¹) du bas de la page, remplacer les formules suivantes :

Au lieu de :

Ar
$C^8H^{14}<$ (CH — C, CO) ; noyau C, CH, CH, CH avec O

$C^8H^{14}<$ (CH — CH(C^6H^5) — C^4H^3O, CO)

$C^8H^{14}<$ (CH — CH(C^7H^7) — C^4H^3O, CO)

O
CH C-
CH——CH

Lire :

H Ar O
$C^8H^{14}<$ (CH — C — C, CO) ; noyau C, CH, HC, CH avec O

$C^8H^{14}<$ (CH — CH(C^6H^5) — C^4H^3O, CO)

$C^8H^{14}<$ (CH — CH(C^7H^7) — C^4H^3O, CO)

O
CH C-
CH——CH